DIE ROHSTOFFE DES PFLANZENREICHES

VON

Dr. JULIUS VON WIESNER

II. BAND

HÖLZER BIS ZUCKER

VIERTE AUFLAGE

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG

BOOKS

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY

IMI \ Books / WIE ✓

IMPERIAL MYCOLOGICAL
11 JUNE 1937
INSTITUTE

JULIUS VON WIESNER

DIE ROHSTOFFE DES PFLANZENREICHS

VIERTE AUFLAGE

UNTER MITWIRKUNG VON

F. BOAS · K. BOURNOT · W. FIGDOR · E. GILG · R. HOFMANN
O. KALLMANN · E. KONSTANTY · W. KRÜGER · H. MELCHIOR
J. MESSNER · F. SCHNEIDER · P. N. SCHÜRHOFF · J. WEESE
H. WOLFF · S. ZEISEL · A. ZIMMERMANN

HERAUSGEGEBEN VON

PAUL KRAIS UND WILHELM VON BREHMER
DRESDEN BERLIN-DAHLEM

II. BAND

HÖLZER BIS ZUCKER

MIT 217 TEXTABBILDUNGEN UND EINEM AUSFÜHRLICHEN REGISTER ZUM I. UND II. BAND

1928
LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

Druck von J. B. Hirschfeld (Arno Pries) in Leipzig.

Inhaltsverzeichnis des II. Bandes.

Hölzer von W. v. Brehmer 1123

Kautschuk, Guttapercha und Balata (Kautschukgruppe) von A. Zimmermann 1647

Kork von W. v. Brehmer und E. Konstanty 1785

Organische Säuren von F. Boas 1801

Saponine von F. Boas 1812

Schleime von H. Melchior, chemischer Teil von E. Konstanty . . 1831

Stärke von W. v. Brehmer, chemischer Teil von S. Zeisel 1913

Vitamine von F. Boas 1999

Wachse von H. Wolff 2010

Zucker von O. Kallmann; Zuckerrohr von W. Krüger; Zuckerrübe von F. Schneider 2024

Druckfehlerberichtigung für den I. und II. Band 2129

Namen- und Sachregister 2131

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/dierohstoffedesp0002juli

Hölzer.

(W. v. Brehmer.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Allgemeiner Teil	1126
I. Allgemeine Begriffsbestimmung	1126
II. Gliederung des Holzkörpers	1126
III. Der innere Bau der Hölzer	1133
IV. Die äußere Struktur	1153
V. Die chemische Charakteristik	1159
VI. Physikalische Eigenschaften	1188
VII. Einschlüsse	1191
VIII. Statistik der Nutzhölzer	1198
B. Besonderer Teil	1203
I. Aufzählung, systematische Gliederung und pflanzengeographische Verbreitung der Pflanzen, deren Holz technisch benützt wird	1203
1. Ginkgoaceae	1203
2. Taxaceae	1203
3. Pandanaceae	1209
4. Gramineae	1209
5. Palmae	1210
6. Musaceae	1211
7. Casuarinaceae	1211
8. Salicaceae	1211
9. Leitneriaceae	1212
10. Juglandaceae	1212
11. Betulaceae	1212
12. Fagaceae	1213
13. Ulmaceae	1216
14. Moraceae	1217
15. Urticaceae	1219
16. Proteaceae	1219
17. Santalaceae	1220
18. Olacaceae	1221
19. Polygonaceae	1221
20. Trochodendraceae	1221
21. Berberidaceae	1221
22. Magnoliaceae	1221
23. Anonaceae	1222
24. Myristicaceae	1223
25. Monimiaceae	1223
26. Lauraceae	1223
27. Capparidaceae	1226
28. Saxifragaceae	1226
29. Pittosporaceae	1226
30. Cunoniaceae	1226
31. Hamamelidaceae	1226
32. Platanaceae	1227
33. Rosaceae	1227
a) Pomoideae	1227
b) Rosoideae	1227
c) Prunoideae	1227
d) Chrysobalanoideae	1228
34. Leguminosae	1228
a) Mimosoideae	1228
b) Caesalpinioideae	1231
c) Papilionatae	1234
35. Oxalidaceae	1237
36. Humiriaceae	1237
37. Erythroxylaceae	1238
38. Zygophyllaceae	1238
39. Rutaceae	1238
40. Simarubaceae	1239
41. Burseraceae	1239
42. Meliaceae	1240
43. Malpighiaceae	1243
44. Vochysiaceae	1243
45. Polygalaceae	1243
46. Euphorbiaceae	1243
47. Buxaceae	1244
48. Anacardiaceae	1244
49. Cyrillaceae	1246
50. Aquifoliaceae	1246
51. Celastraceae	1246
52. Staphyleaceae	1247
53. Icacinaceae	1247
54. Aceraceae	1247
55. Hippocastanaceae	1248
56. Sapindaceae	1248
57. Sabiaceae	1249
58. Rhamnaceae	1250
59. Vitaceae	1250
60. Elaeocarpaceae	1250
61. Gonystilaceae	1251
62. Tiliaceae	1251
63. Malvaceae	1252
64. Bombacaceae	1253
65. Sterculiaceae	1253
66. Dilleniaceae	1255
67. Eucryphiaceae	1255
68. Ochnaceae	1255
69. Caryocaraceae	1256
70. Theaceae	1256
71. Guttiferae	1256
72. Dipterocarpaceae	1257
73. Tamaricaceae	1259
74. Violaceae	1259
75. Flacourtiaceae	1259
76. Datiscaceae	1260
77. Cactaceae	1260
78. Oliniaceae	1260
79. Thymelaeaceae	1260
80. Elaeagnaceae	1260
81. Lythraceae	1260
82. Sonneratiaceae	1261
83. Punicaceae	1261
84. Lecythidiaceae	1261
85. Rhizophoraceae	1261
86. Combretaceae	1262
87. Myrtaceae	1263
88. Melastomataceae	1266
89. Araliaceae	1266
90. Cornaceae	1266
91. Clethraceae	1267
92. Ericaceae	1267
93. Myrsinaceae	1267
94. Sapotaceae	1267
95. Ebenaceae	1269
96. Symplocaceae	1270
97. Styracaceae	1270
98. Oleaceae	1270
99. Salvadoraceae	1271
100. Loganiaceae	1272

Seite

101. Apocynaceae 1272
102. Asclepiadaceae 1273
103. Convolvulaceae 1273
104. Borraginaceae 1273
105. Verbenaceae 1274
106. Scrophulariaceae 1274
107. Bignoniaceae 1274
108. Columelliaceae 1275
109. Rubiaceae 1275
110. Caprifoliaceae 1277
111. Compositae 1277

II. Besondere Beschreibung der einzelnen Nutzhölzer 1277
A. Die Nadelhölzer 1277
1. Ginkgobaumholz 1279
2. Makiholz 1280
3. Totaraholz 1280
4. Mataiholz 1281
5. Tanekaholz 1281
6. Eibenholz 1282
7. Kaurifichtenholz 1283
8. Bunya-bunya-Holz und Pinkosknollen 1284
9. Douglastannenholz 1284
10. Tannenholz 1286
11. Fichtenholz 1288
12. Alcocks Fichtenholz 1290
13. Lärchenholz 1290
14. Libanonzederholz 1292
15. Kiefernhölzer 1293
a) Gemeine Kiefer 1294
b) Schwarzkiefer 1295
c) Parkettkiefer 1296
d) Zirbelkiefer 1297
e) Zuckerkiefer 1298
f) Weymouthskiefer 1298
g) Mädchenkiefer 1299
16. Japanisches Schirmtannenholz . 1300
17. Sumpfzypressenholz 1300
18. Holz der immergrünen Sequoie . 1301
19. Holz der Kryptomerie 1302
20. Holz der Alerze 1303
20a. Holz der Heyderie 1303
21. Hibaholz 1304
22. Holz des gemeinen Lebensbaums 1305
23. Holz der Oregon-Zeder . . . 1306
24. Hinokiholz 1306
25. Echtes Zypressenholz 1306
26. Holz des virginischen Wacholders 1307
27. Holz des gemeinen Wacholders 1308
B. Die Hölzer monokotyler Pflanzen 1309
28. Palmenholz . . . . . .
a) Palmenholz im allgemeinen 1310
β) Stuhlrohr 1311
C. Die Hölzer dikotyler Pflanzen (Laubhölzer) 1312
29. Kasuarinaholz 1314
30. Pferdefleischholz 1318
31. Weidenhölzer 1319
32. Pappelhölzer 1322
33. Walnußbaumhölzer 1326
34. Holz der kaukasischen Flügelnuß 1330
35. Hickoryholz 1331
36. Schwarzerlenholz 1335
37. Grau- oder Weißerlenholz . . . 1336
38. Birkenholz 1337
39. Holz der gemeinen Hasel . . . 1338

Seite

40. Holz der Baumhasel 1339
41. Holz der Weißbuche 1339
42. Holz der Hopfenbuche 1340
43. Holz der Edelkastanie 1340
44. Holz der Rotbuche 1341
45. Holz der amerikanischen Rotbuche 1343
46. Holz der kalifornischen Gerber-Pasanie 1343
47. Eichenhölzer 1344
Aa. Weißeichen 1346
Bb. Schwarzeichen 1354
Untergruppe: Roteichen . . 1358
Cc. Immergrüne Eichen . . . 1362
Dd. Japanische Eichen . . . 1365
Ee. Allgemeines über den Handel der amerikanischen Eichen 1366
48. Ulmenholz 1368
Aa. Europäisch-asiatisches . . 1369
Bb. Amerikanisches 1371
49. Holz des Zürgelbaumes . . . 1373
50. Maulbeerbaumholz 1373
51. Echtes Gelbholz 1374
52. Holz des Odumbaumes . . . 1376
53. Letternholz 1378
54. Schirmbaumholz 1379
55. Proteaceenhölzer 1380
a) Australische Platane . . . 1381
b) Seideneichenholz 1382
56. Weißes Sandelholz 1383
57. Ostafrikanisches Sandelholz . 1387
58. Wuláholz 1388
59. Coccolobaholz 1389
60. Katsuraholz 1390
61. Sauerdornholz 1391
62. Tulpenbaumholz 1391
63. Bopandeholz 1392
64. Westafrikanisches Gelbholz . 1393
65. Boséholz 1395
66. Bokondáholz 1396
67. Mkweoholz 1396
68. Grünherzholz 1397
69. Sirouaballiholz 1400
70. Lorbeerbaumholz 1400
71. Kampferbaumholz 1401
72. Sassafrasholz 1402
73. Amberholz 1403
74. Platanenholz 1404
75. Gemeines Birnbaumholz . . . 1405
76. Holz des wilden Apfelbaums . 1406
77. Holz des Elsbeerbaums . . . 1406
78. Holz des Vogelbeerbaums . . 1407
79. Holz des Weißdorns 1407
80. Holz des Zwetschgenbaums . . 1407
81. Holz der Vogelkirsche . . . 1408
82. Holz der Traubenkirsche . . . 1408
83. Bobáiholz 1409
84. Nußbaumhölzer 1411
85. Veilchenholz 1413
86. Adenantheraholz 1414
87. Erunduholz 1415
88. Kómboloholz 1416
89. Bongóngiholz 1417
90. Bosipiholz 1418
91. Amarantholz 1419
92. Neu-Guineaholz 1420
93. Judasbaumholz (europ.) . . . 1421

Seite

94. Blauholz 1421
95. Pernambukholz 1422
96. Minderwertige westindische Rothölzer oder Brasilhölzer . 1425
97. Sappanholz 1426
98. Afrikanisches Rotholz 1427
99. Das rote Caliaturholz 1428
100. Muengeholz 1430
101. Kerewowoholz 1434
102. Padoukhölzer 1434
a) Burma-Padouk 1435
b) Manila-Padouk 1435
103. Machaeriumholz 1436
104. Holz von Dahlbergia nigra . . 1437
105. Afrikanisches Grenadilleholz . 1440
106. Westindisches oder Cuba-Grenadilleholz 1441
107. Zebraholz 1442
108. Rebhuhnholz 1443
109. Bocoholz 1444
110. Holz des Goldregens 1445
111. Holz des Schotendorns 1446
112. Vacapouholz 1447
113. Pockholz oder Lignum vitae . 1449
114. Westindisches Seidenholz . . . 1457
115. Ostindisches Seidenholz . . . 1458
116. Moaholz 1459
117. Holz der Stachelesche 1460
118. Orangenbaumholz 1461
119. Simarubaholz 1462
120. Echtes Quassiaholz 1462
121. Quassiaholz von Jamaika . . . 1463
122. Götterbaumholz 1464
123. Irvingiaholz 1465
124. Bosáholz 1466
125. Cedrelahölzer 1466
126. Mahagonihölzer 1471
127. Bosámbiholz 1504
128. Buchsbaumholz 1505
129. Renghasholz 1511
130. Fisetholz 1512
131. Rotes Quebrachoholz 1513
132. Holz der Stechpalme 1515
133. Spindelbaumholz 1516
134. Kabukalliholz 1516
135. Holz der Pimpernuß 1517
136. Ahornbaumholz 1518
137. Holz der Roßkastanie 1524
138. Holz des Kreuzdorns 1524
139. Holz des Faulbaums 1525
140. Holz der Weinrebe 1526
141. Lindenbaumholz 1527
142. Bumáholz 1528
143. Balsaholz 1529
144. Bóngele-Holz 1530
145. Lumbayaoholz 1532
146. Bongosiholz 1532
147. Alexandrisches Lorbeerholz . . 1533
148. Bacurybaumholz 1534
149. Rosenhölzer 1535
150. Cocobolo-Holz 1540
151. Barringtonia-Holz 1541
152. Tandaholz 1542
153. Mukonjaholz 1543
154. Katappenbaumholz 1544
155. Eukalyptushölzer 1545
156. Tupeloholz 1550
157. Holz der Kornelkirsche . . . 1551

Seite

158. Holz des roten Hartriegels . . 1551
159. Holz des Blumenhartriegels . . 1552
160. Holz der Baumheide 1552
161. Njabiholz 1553
162. Afrikanisches Birnholz 1555
163. Ebenhölzer 1556
164. Persimmonhölzer 1568
165. Eschenholz (Gemeine Esche) . 1569
166. Eschenholz (Blumenesche) . . 1571
167. Fliederholz (Gemeiner Flieder) 1572
168. Steinlindenholz 1573
169. Olivenholz 1574
170. Rainweidenholz 1575
171. Bokúkaholz 1576
172. Dinjongoholz 1577
173. Teakholz 1578
174. Kiriholz 1583
175. Katalpaholz 1584
176. Lapacholholz 1585
177. Bilingaholz 1588
178. Hollunderholz 1589
179. Holz des Gemeinen Schneeballs 1590
180. Holz des Wolligen Schneeballs . 1591
181. Beinholz 1591
182. Korkhölzer 1592

III. Bestimmungsschlüssel der wichtigsten Nutzhölzer 1595

IV. Hölzer derzeit unbekannter oder zweifelhafter botanischer Abstammung 1602
1. Afrikanisches Seidenholz . . . 1602
2. Barsino 1602
3. Bobanjaholz 1602
4. Bombéholz 1603
5. Bonjangaholz 1604
6. Bopéholz 1604
7. Borneoholz 1605
8. Cachonholz 1606
9. Dschungelholz 1606
10. Elangombaholz 1607
11. Gelbes Mahagoniholz 1607
12. Goldhölzer 1608
13. Guaraholz 1610
14. Javaholz 1611
15. Königshölzer 1611
16. Maracaibo-Gelbholz 1613
17. Mbiapinjaholz 1614
18. Mbondoholz 1615
19. Ndukuholz 1615
20. Oleaholz 1616
21. Oleo vermello-Holz 1616
22. Orangeholz 1617
23. Pfefferholz 1617
24. Rauliholz 1618
25. Sisakoholz 1618
26. Timba-mundi-Holz 1619
27. Vikadoholz 1620
28. Vinhatikoholz 1621
29. Warrataholz 1622
30. Ziricotaholz 1622

C. Literatur 1623
I. Botanisches Autorenverzeichnis . . 1623
II. Botanisches Literaturverzeichnis (Nutzhölzer) 1625
A. Allgemeine Literatur 1625
B. Besondere Hinweise 1630
III. Chemisches Literaturverzeichnis . . 1641

A. Allgemeiner Teil.

I. Allgemeine Begriffsbestimmung.

Holz ist der von der Rinde befreite Teil der Wurzeln, Stämme und Äste baum- und strauchiger Gewächse. Es ist das sekundäre Gewebe, welches vom Kambiumring

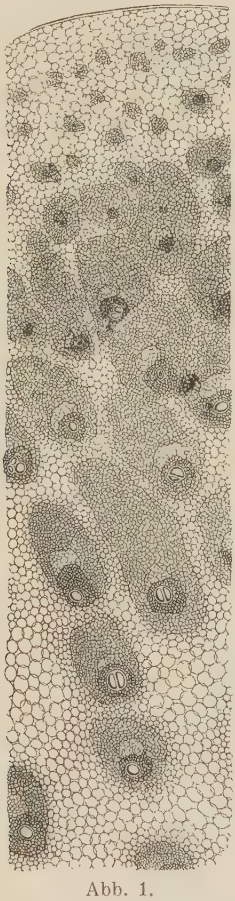


Abb. 1.
Segment aus einem Palmenstamm (*Geonoma caespitosa*). Querschnittsansicht, 30 mal vergrößert. Gefäßbündel mit mächtigen Sklerenchymscheiden und peripherisch gelagerte kleine Sklerenchymbündel. (Nach Drude.)

(Verdickungsring) nach innen abgeschieden wird und aus mechanischen und stoffleitenden Elementarorganen, einschließlich deren Inhaltsbestandteile, besteht. Seine Membranen setzen sich nach alter Auffassung aus einem Gemenge von Zellulose und Inkrusten zusammen, nach neuerer Auffassung aus einer einheitlichen komplexen esterartigen Verbindung — der Zellulose — mit aromatischen Stoffen, welche mit Chemikalien typische Reaktionen geben und stärker lichtbrechend sind als reine Zellulosemembranen. Der Holzkörper vereinigt in sich, entsprechend seinen Gewebegruppen, drei gleichwertige Funktionen: Die Wasserleitung, die Festigung gegen Druck und Biegung und die Speicherung von organischen Reservestoffen. Wegen dieser allen Hölzern gleichen Eigenschaften und auch wegen einer gewissen Gleichartigkeit im Gefüge bezeichnet man alle entrindeten Stamm- und Wurzelgewebe der Nadelhölzer, der baumartigen monokotylen und dikotylen Bäume und Sträucher als Holz, ungeachtet der verschiedenartigen Gewebeausbildung und Gewebeanlagerung.

Ein Holz ist dann als Nutzholz anzusprechen, wenn Beschaffenheit, Vorkommen, Gewinnung und Transport es zulassen. Manche wertvolle Holzart hat für andere Gebiete nur dann Bedeutung, wenn sie einem holzreichen Lande entstammt und Gewinnung und Transport nicht zuviel Aufwand erfordern. Ferner führen sich im Holzhandel, abgesehen von Modehölzern, nur solche Nutzhölzer ein, die sich zum Massenverbrauch eignen. Daher kommt es, daß die große Menge von besonders in den Tropen wachsenden wertvollen Hölzern mit relativ geringen Ausnahmen auf dem europäischen Markte keine besondere Rolle spielt.

II. Die Gliederung der Holzkörper.

Zwischen dem Holze der baumartigen Monokotylen und dem der Dikotylen und Koniferen, den »Laub«- und den »Nadelhölzern«, besteht ein tiefgreifender und sehr auffälliger Unterschied, welcher sofort in die Augen springt.

Der Stamm der Palmen und der übrigen monokotylen Holzpflanzen enthält eine große Anzahl von Gefäßbündeln, die unregelmäßig über den Querschnitt zerstreut sind und auf diesem mehr oder minder dunkle, scharf begrenzte Fleckchen bilden, deren Menge von innen nach außen zunimmt (s. Abb. bei Palmenholz und Abb. 1). Nach ihrer Anlage und Ausbildung erleiden diese, oft in mächtige »Sklerenchymscheiden« eingeschlossenen Gefäßbündel keine weitere wesentliche Veränderung. Das nachträgliche Dickenwachstum des Stammes beruht hier entweder auf Vergrößerung der zwischen den

Gefäßbündeln vorhandenen Zellen des Grundgewebes, ohne daß die Zahl dieser zunähme, zum Teil auch auf der Neubildung und Erweiterung von Zwischenzellräumen (335, 336, 337) — so bei den Palmen — oder wird durch eine außerhalb der gesamten Bündelmasse befindliche, auf dem Stammquerschnitt ringförmige Meristemschicht bewirkt, die nach innen neue ganze Gefäßbündel und neues Grundgewebe erzeugt. Diese letztere Art des Dickenwachstums ist den Gattungen *Aloë*, *Yucca*, *Dracaena*, *Agave* und einigen

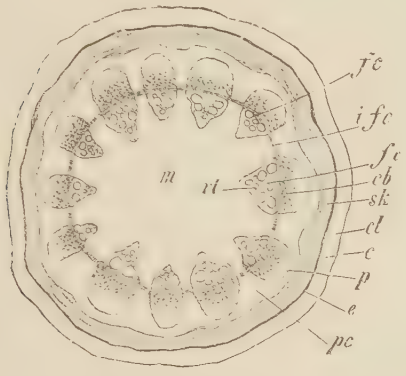


Abb. 2.

Querschnitt durch einen 5 mm dicken Zweig eines Laubholzes (*Aristolochia sipho*), 9 mal vergrößert. *m* Mark. *fv* Gefäßbündel, und zwar *vl* Gefäßteil, *cb* Siebteil, *fc* Bündel-(Faszikular-)Kambium, *ifc* Markstrahl-(Interfaszikular-)Kambium, *p* Außengrenze des Siebteils. *pc*, *e*, *c*, *cl* Regionen der Außenrinde, in dieser der Sklerenchymring *sk*. (Nach Strasburger.)

anderen Monokotylen eigen, deren Holz keine technische Verwendung findet.

Ganz anders entwickelt sich der Holzkörper der Laub- und Nadelbäume. Auf dem Querschnitte des Stammes und seiner Verzweigungen erscheinen anfänglich alle Gefäßbündel nebeneinander in einem einfachen Kreis oder Ring geordnet (Abb. 2). Dieser sondert das Grundgewebe in einen inneren Teil, das Mark, einen äußeren, die Rinde, und in die beide verbindenden, zwischen den einzelnen Gefäßbündeln verlaufenden primären Markstrahlen. Die Gefäßbündel selbst sind »offen«, d. h. sie enthalten — im Gegensatz zu den »geschlossenen« Bündeln der Monokotylen — zwischen ihrem dem Marke zugewendeten Holz- und dem der Rinde zugekehrten Siebteile ein Bildungsgewebe, das »Kambium« (Abb. 2 *fc*). Durch des letzteren Tätigkeit, die beiden eben genannten Bündelteilen fortdauernd neue Zellen zufügt, wird eine stetige Vergrößerung des Bündels selbst, ein Wachstum desselben in radialer Richtung bewirkt. Diesem Wachstum der Gefäßbündel müssen die primären Markstrahlen durch entsprechende Verlängerung folgen. Zu diesem Zwecke entsteht in ihnen nachträglich Bildungsgewebe im Anschluß an jenes der Bündel (s. Abb. 2 bei *icf*), die bis dahin getrennten Kambien der Bündel zum geschlossenen Kabiumringe vereinigend. Diesem Schluß des Kambiumringes geht meistens die Entstehung kleiner, mehr oder weniger zahlreicher »Zwischen«- oder

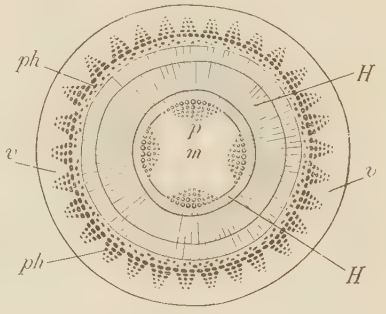


Abb. 3.

Schematischer Querschnitt durch den dreijährigen Stammtrieb eines Laubholzes, dessen Holzkörper sich nicht mehr in einzelne Gefäßbündel, sondern nur noch in miteinander abwechselnde Holzstränge aus (hier als zarte radiale Linien erscheinende) Markstrahlen gliedern läßt. *m* Mark. *p* die innersten Teile der primären Gefäßbündel. *HH* Jahresringe. *ph* Innenrinde („Bast"). *v* Außenrinde. (Nach Wiesner.)

»Ergänzungs«-Bündel in den primären Markstrahlen voran, diese in Teilstrahlen zerklüftend (Abb. 3).

Ist der Kambiumring oder Verdickungsring geschlossen, so wird durch diesen nach Eintritt des Dickenwachstums durch Abscheidung sekundärer Gewebe nach innen der Holzkörper gebildet, der schlechtweg mit Holz bezeichnet wird, nach außen die Rinde. Die vom Verdickungsringe gebildeten Holzelemente müssen teils die Funktion der Wasser-, Nährsalz- und Kohlenhydratleitung, teils die der mechanischen Festigung erfüllen. Infolgedessen ist nach Haberlandt (337) »im Holzkörper eine wechselseitige Durchdringung des mechanischen und des stoffleitenden Gewebesystems die unausbleibliche Folge. Indem auf diese Weise die beiden genannten Systeme ihre ana-

tomisch - topographische Selbständigkeit aufgeben müssen, so wird begreiflicherweise auch ihre physiologische Selbständigkeit zum Teil verwischt und beseitigt.« Hieraus folgt, daß man zwischen Haupt- und Nebenfunktion der Holzgewebe keinen Unterschied machen kann, und daß die einzelnen Gewebe neben ihrer typischen Form mitunter Übergangsformen annehmen, die teils der stoffleitenden, teils der mechanischen Funktion, teils beiden Funktionen gerecht werden. (Über die typischen Gewebeformen s. Abschnitt III: »Der innere Bau der Hölzer«.)

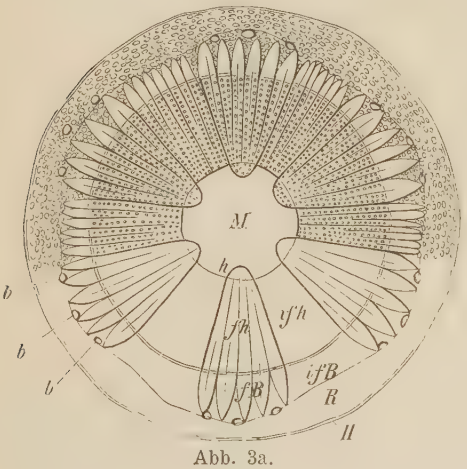


Abb. 3a.

Schematische Darstellung der Entstehung von Zwischenbündeln in den primären Markstrahlen *if h* vor Schluß des Kambiumringes, den die doppelte Kreislinie zwischen *if h* und *if B* bezeichnet. Die beiden unteren primären Markstrahlen sind freigelassen; in die übrigen wurden je 6—8 Zwischenbündel eingezeichnet. In den primären Gefäßbündeln *f h*/*f B* sind sekundäre Markstrahlen entstanden. *M* Mark, *R* Außenrinde, *H* Hautgewebe, *b* Rindensklerenchym. (Nach Sachs u. R. Hartig.)

Der Holzkörper eines Laub- oder Nadelholzes besteht also anfänglich aus den Holzteilen der einzelnen Gefäßbündel, dem von diesen umschlossenen Mark und den zwischen ihnen liegenden primären Markstrahlen. Diese Gliederung bleibt in der Hauptsache auch erhalten; sie verliert in der Folge jedoch mehr und mehr an Übersichtlichkeit durch den Umstand, daß in den sich allmählich keilförmig verbreitenden Holzteilen der Gefäßbündel neue, »sekundäre« Markstrahlen entstehen, die sich von den primären wesentlich nur dadurch unterscheiden, daß sie nicht wie diese bis ins Mark zurückreichen (vgl. Abb. 3). Es ist wohl unschwer einzusehen, daß mit der stetig wachsenden Menge sekundärer Markstrahlen und der hierdurch bedingten fortschreitenden Zerspaltung der Gefäßbündel die Grenzen zwischen diesen immer unkenntlicher werden müssen und der Begriff des Gefäßbündels als einer individualisierten Einheit seine Anwendbarkeit schließlich verliert. Der Holzkörper erscheint dann eben nicht mehr aus einzelnen Bündeln und zwischen diesen liegendem Grundgewebe zusammengesetzt, sondern er läßt, vom zentralen Mark abgesehen, neben den Markstrahlen nur noch einzelne mit diesen abwechselnde Bündelteile, zweckmäßig Holzstränge genannt (338), unterscheiden. Holzstränge und Markstrahlen sind auf dem Querschnitte des Holzkörpers wie Radien eines Kreises nebeneinander geordnet, so daß jeder Holzstrang zwischen zwei Markstrahlen liegt und umgekehrt (Abb. 3a). Welche der letzteren primär, welche sekundär sind, entzieht sich meist schon frühzeitig der Beurteilung und ist praktisch belanglos.

Um rasch eine möglichst deutliche Vorstellung von der Anordnung und dem Verlauf der Markstrahlen in einem Laub- oder Nadelholzstamm zu gewinnen, denke man sich eine Anzahl Wagenräder so aufeinander gelegt, daß die Naben und die Felgenkränze genau aufeinander passen, die Speichen aber bei jedem Rade gegen die der Nachbarräder verschoben sind. In dem ganzen System lassen sich dann die Speichen mit Markstrahlen vergleichen, während die Gesamtheit der Naben den Markzylinder, die Felgenkränze miteinander die Rinde darstellen (339).

In der Wurzel eines Laub- oder Nadelholzes herrschen anfänglich von den oben besprochenen, für Stamm und Äste geltenden, insofern abweichende Verhältnisse, als hier nur ein einziges, die Mitte einnehmendes und radial gebautes Gefäßbündel vorhanden ist. Die Entstehung einer ringsum geschlossenen Kambiumzone — deren Entwickelungsstadien hier nicht näher besprochen werden sollen — führt auch in der Wurzel zu einer Anordnung, welche der oben beschriebenen, in den Stammgebilden eintretenden, in der Hauptsache gleicht, bis auf das hier immer fehlende Mark.

Die Verteilung der Elementarorgane des Holzes kann bestimmt werden: 1. Durch das Dickenwachstum, d. h. eine Gliederung als Folge des Dickenwachstums (337). Die jungen Elemente des sekundären Holzes sind in radialen Reihen angeordnet. Diese Anordnung bleibt erhalten, wenn die jungen Elemente nach Übergang ins Dauerstadium radial weiterwachsen und in tangentialer Richtung nicht beeinflußt werden (z. B. Holzparenchym, Tracheiden, Markstrahlen, Fasertracheiden der Nadelhölzer, Libriform der Dikotylenhölzer, z. B. bei Schneeball, Roßkastanie, Lorbeer). Nehmen einzelne Elementarorgane beim Übertritt ins Dauerstadium an Weite stark zu (z. B. Zusammendrücken oder Verdrängen der umliegenden Elemente durch starke Größenzunahme der Gefäße) oder schieben sich die in die Länge wachsenden Elemente zwischeneinander (z. B. Libriform von *Ulmus suberosa, Morus alba, Celtis australis, Cornus sanguinea*), dann wird die ursprüngliche radiale Anordnung der Elementarorgane gestört. 2. Durch die Funktion der Elementarorgane (337). Die verschiedenen Holzelemente des mechanischen und des Leitungssystems haben das Bestreben sich in ihrer Funktion gegenseitig nicht zu stören. Sowohl wasserleitende wie mechanische (Libriformfasern bilden ein Maschenwerk) Elemente müssen jede ihren eigenen Zusammenhang behalten, dürfen aber auch nicht vollständig voneinander getrennt werden, da sie in Beziehung auf Stoffaustausch alle miteinander in Verbindung stehen müssen. Würde z. B. ein leitendes Element vom mechanischen völlig isoliert und umgeben werden, dann würde es seine Funktion verlieren. Diese Kontinuität ist bei dikotylen Laubbäumen vollkommen erreicht. »Die Kontinuität macht sich in dreifacher Hinsicht geltend« (337):

1. »Durch den longitudinalen Zusammenhang und die seitliche Kommunikation der Gefäße und Tracheiden.« Die wasserleitenden Elemente stehen auch in tangentialer Richtung miteinander in Zusammenhang. Z. B. bei Vorhandensein von Fasertracheiden, deren Hoftüpfel an den Radialseitenwänden liegen, um die tangentiale Wasserleitung zu ermöglichen.

2. »Durch den in longitudinaler und tangentialer Richtung stattfindenden Anschluß des Holzparenchyms an die Markstrahlen.« Die Markstrahlen stehen durch Holzparenchym in tangentialer und longitudinaler Richtung in Verbindung, und zwar durch Tüpfel.

3. »Durch den gleichfalls stets nachweisbaren Zusammenhang des Seitparenchyms (Holzparenchym und Markstrahlen) mit den Gefäßen (337).« Der Anschluß des Holzparenchyms an die Gefäße (Tracheen) geht in zweifacher Weise (340) vor sich: a) »Metatracheales Parenchym«. Holzparenchym tritt in tangentialen Bändern auf. An diese lehnen sich die Gefäße an oder sind von ihnen eingebettet (z. B. *Acacia albicans, Celtis trinerva, Castanea vesca, Juglans regia, Quercus pedunculata*).

b) »Paratracheales Parenchym«. Holzparenchym bettet die Tracheen ganz oder teilweise ein, ohne tangentiale Bänder zu bilden (z. B. *Acacia lophora, Acacia floribunda, Caesalpinia echinata*).

Zwischen diesen bestehen zahlreiche Übergänge.

Zu der beschriebenen Gliederung, die der Holzkörper eines Laub- oder Nadelholzes auf seinem Querschnitt entweder schon dem freien Auge oder unter der Lupe zeigt, gesellt sich meist noch eine weitere in Ringzonen, die im Stamm um das Mark, in der Wurzel um das Zentralgefäßbündel als gemeinsamen Mittelpunkt geordnet sind. Das organische Zentrum der Schichtung kann dabei in der geometrischen Mitte der Querschnittsfigur oder außerhalb jener liegen. Im ersteren Falle wird die Schichtung konzentrisch, im anderen exzentrisch erscheinen.

Die nächste Ursache dieses Ringbaues liegt in dem Wechsel dichteren und weniger dichten Holzgewebes; das letztere erscheint in der Regel heller als das dichtere. Am auffälligsten ist diese Schichtung bei den Hölzern der gemäßigten Zonen (Abb. 4). Hier sind die Schichten »Jahresringe«, das Produkt des von Jahr zu Jahr mit winterlichen Pausen fortschreitenden Dickenwachstums, d. h. die gesamte jährliche Zuwachszone. Diese umfaßt »Frühjahrs«- (»Frühholz«) und »Herbstholz« (»Spätholz«). Jeder Jahresring beginnt mit einer Zone wenig dichten und helleren »Frühjahrsholzes«, dem weiterhin in

allmählichem oder plötzlichem Übergang über das »Sommerholz« das dichtere und dunklere, zuweilen nur eine schmale Grenzschicht darstellende »Herbstholz« folgt, nach dessen — bei den einheimischen Hölzern im August beendeter — Entstehung das Kambium seine holzbildende Tätigkeit bis zum nächsten Frühjahre einstellt (39, 265). In diesem beginnt sie dann aufs neue, zunächst wieder Frühholz erzeugend usw. Der Übergang vom Herbstholz zum Frühjahrsholz ist infolge der Unterbrechung des Kambiums

Abb. 4.
Stammscheibe eines Nadelholzes (*Pseudotsuga Douglasii*) mit sehr deutlichen Jahresringen; die Frühholzzonen sind hell, die Spätholzzonen dunkel dargestellt. (Nach Wilhelm.)

während der Winterruhe plötzlich und scharf gezeichnet. Die Schärfe der Abgrenzung ist bei den verschiedenen Holzarten sehr ungleich. Diese erreicht bei den Nadelhölzern aus später zu erwähnenden Gründen den höchsten Grad.

Im normalen Zustande, d. h. wenn der Baum regelmäßig wächst, sind die Zuwachszonen gleichmäßig, d. h. der Jahresring gleich dick. Äußere Einflüsse können das gleichmäßige Wachstum stören, so befördern immer in gleicher Richtung wehende Winde das Dickenwachstum in der Windrichtung, d. h. Bewegungsrichtung des Baumes (341). Die Mächtigkeit der einzelnen Jahresringe wechselt mit dem Einfluß der jährlichen Vegetationsbedingungen eines Baumes, so daß nach Haberlandt (337) z. B. ein Sommer, in dem die Laubkrone des Baumes durch Insektenfraß litt, im Holzkörper durch einen schmalen Jahresring angezeigt wird, während in Vegetationsperioden, die der Entwicklung der Laubkrone günstig waren, entsprechend breite Jahresringe sich ausbildeten. Auf diese Weise kommt die ganze Wachstumsgeschichte der Krone in der wechselnden Breite der Jahresringe des Stammes zum Ausdruck. In den unter einem Winkel vom Stamm abstehenden Ästen ist die Jahresringdicke verschieden. »Epitrophie« (epinastische Zweige) liegt vor, wenn der Teil des Jahresringes mächtiger ausgebildet ist, welcher die Oberfläche (Lichtseite) des Astes zugekehrt ist (z. B. *Acer*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Cytisus laburnum*, *Fagus*, *Tilia*, *Robinia* und die Mehrzahl der Laubhölzer). »Hypotrophie« (hyponastische Zweige) entsteht, wenn der der Unterseite (Schattenseite) des Astes zugekehrte Jahresrringteil stärker wächst (z. B. Nadelhölzer, *Buxus sempervirens*). Die Ursachen dieser ungleichmäßigen Ausbildung der Astjahresringe an sich ist noch nicht einwandfrei geklärt. Neben Licht-, Wärme-, Feuchtigkeits-, Schwerkraft-, Zug- und Druckeinflüssen können auch innere Gründe, wie »Exotrophie« (z. B. Tanne) vorliegen (342, 343). Im allgemeinen ist über die innere Ursache der Früh- und Herbstholzbildung noch recht wenig bekannt, und alle Erklärungen über den Vorgang sind nicht eindeutig. Die Deutlichkeit eines Jahresringes hängt ab von dem Ausbildungsunterschiede der Elementarorgane des Früh- und Spätholzes, sowie von der Gleichmäßigkeit der Organe innerhalb der einzelnen Holzzonen. In den verschiedenen Höhen des Stammes ändert sich die Dicke des Jahresringes. Im allgemeinen nimmt die Dicke z. B. bei Nadelholzbäumen in Richtung der Baumspitze langsam zu. Genaue Untersuchungen am *Pinus silvestris*-Stamm haben gezeigt, daß die Jahresringe an der Stammbasis breiter sind, dann schmaler werden, um sich in oberen Teile wieder zu verbreitern und schließlich am obersten Achsenteile wieder abzunehmen (346). Die Breite der Jahresringe ist abhängig von der Lebensbedingung eines Baumes und der spezi-

fischen Wachstumsenergie. Sie variiert zwischen Millimeterbruchteilen und mehreren Zentimetern. Je günstiger die Lebensbedingungen eines Baumes, desto breiter der Jahresring. Aus Breite und Form der Jahresringe läßt sich die ganze Lebensgeschichte eines Baumes herauslesen.

Eine Verdoppelung der Jahresringe tritt äußerlich dadurch in Erscheinung, daß zwei abgegrenzte Zuwachszonen in einer Vegetationsperiode sich bilden. Die Doppelbildung ist innerlich durch Frost, Insektenfraß, plötzlich einsetzende Trockenheit und andere Ursachen bedingt, welche den regelmäßigen Klimawechsel stören, junges Laub vernichten und die für das folgende Jahr bestimmt gewesenen Knospen zwingen, neues Laub zu bilden. Nach Jost besteht zwischen Blattbildung, Knospenentfaltung und Jahresringbildung eine Korrelation, welche selbstregulatorische Vorgänge ermöglicht (344, 345).

Ob die mit wenigen Ausnahmen nur schwach markierten zuweilen durch ähnliche Zeichnungen in den Schichten selbst verwischten »Jahresringe« bei Hölzern der Tropen diesen Namen wirklich verdienen, oder nicht vielmehr, den dortigen Vegetationsverhältnissen entsprechend, »Semesterringe« sind, bleibe hier dahingestellt (182, 200, 244, 347, 348, 349).

Ringlosigkeit oder Undeutlichkeit kann bei jedem Klima als generisches Merkmal oder als Folge ungünstiger Vegetationsbedingungen auftreten. Immer ist dann das Frühjahrsholz unterdrückt. Es scheint, daß das dickwandige Herbstholz den phylogenetisch älteren Holztypen zukommt.

Die Ringzonen des Holzquerschnittes entsprechen ebensovielen Hohlzylindern oder richtiger Hohlkegeln, von denen jeder folgende den vorhergehenden umschließt und mit ihm fest verwachsen ist. Auf den nach der Länge angeschnittenen Holzkörper werden jene Zonen sich daher als mehr oder weniger deutliche Längsstreifen darstellen.

Im Holzkörper vieler Laub- und Nadelgewächse ist der innere, ältere Teil von dem äußeren jüngeren in Substanzgehalt, Dichte und Färbung verschieden (Abb. 4 u. 43). Man nennt in solchem Falle den äußeren Teil Splint, den inneren Kern (39, 350). Tritt der seltener vorkommende Fall ein, daß der ganze Stammquerschnitt die Beschaffenheit des Splintes hat, dann hat das Holz durchweg weißlichgelbe Farbe, ist weitlumig, locker, weich und technisch minderwertig (z. B. *Acer spec.*, *Buxus sempervirens*, *Betula alba*, *Populus tremula*). Der Kern, von rein mechanischer Funktion, ist in der Regel substanzreicher, von verschiedensten organischen Substanzen erfüllt, schwerer, dichter, fester, härter und dunkler gefärbt, im frischen Zustande wasserärmer als der Splint, auch dauerhafter als dieser und stellt so den wertvollsten, oft allein genutzten Teil des Holzkörpers dar. Kernbildende Hölzer nennt man »Kernhölzer« im Gegensatz zu den »Splinthölzern«, in welchen solche Verschiedenheiten nicht vorhanden sind. Ist der innere Teil eines Holzkörpers zwar im frischen Zustand erheblich wasserärmer als der äußere, aber kaum, oder nur wenig dunkler gefärbt als dieser, so kann man ihn als »Reifholz« bezeichnen (3, 253). Solches besitzen z. B. Tanne, Fichte, Weißdorn. Zuweilen bildet solches Reifholz den Übergang vom äußeren Splint zum Kern, wie bei der Ulme.

Über den Stoff, welcher das Kernholz bildet, sowie über den Entstehungsort dieses Stoffes, ist kurz folgendes zu sagen:

Kernholz sind, wie gesagt, die älteren Partien des Holzes, welche sich natürlich verändern und sich schon äußerlich von den jüngeren Holzzuwachszonen durch Farbe und Härte unterscheiden. Dieser Unterschied ist durch Einlagerung von Harz, Balsam, Gummi, Fetten (183), Gummiharz, Öl, Bassorin usw. in den Zellen und Farbstoffen in den Zellwandungen bedingt. Durch diese Stoffe und durch Thyllen werden die außer Funktion gesetzten Holzelemente verschlossen. Während die Thyllen nur in den Wassergefäßen auftreten, können die anderen Stoffe in allen Geweben des Holzes vorhanden sein. Die Sekrete in den Gefäßen sind nicht durch Infiltration aus benachbarten Markstrahl- und Holzparenchymzellen in diese entstanden, sondern werden an Ort und Stelle selbst gebildet. Die Zellwände sollen nach Tschirsch für Harz, Balsam und ätherische Öle nicht durchlässig sein. Bei den Prunoideen (318) sind die Gefäßausfüllungen entwe-

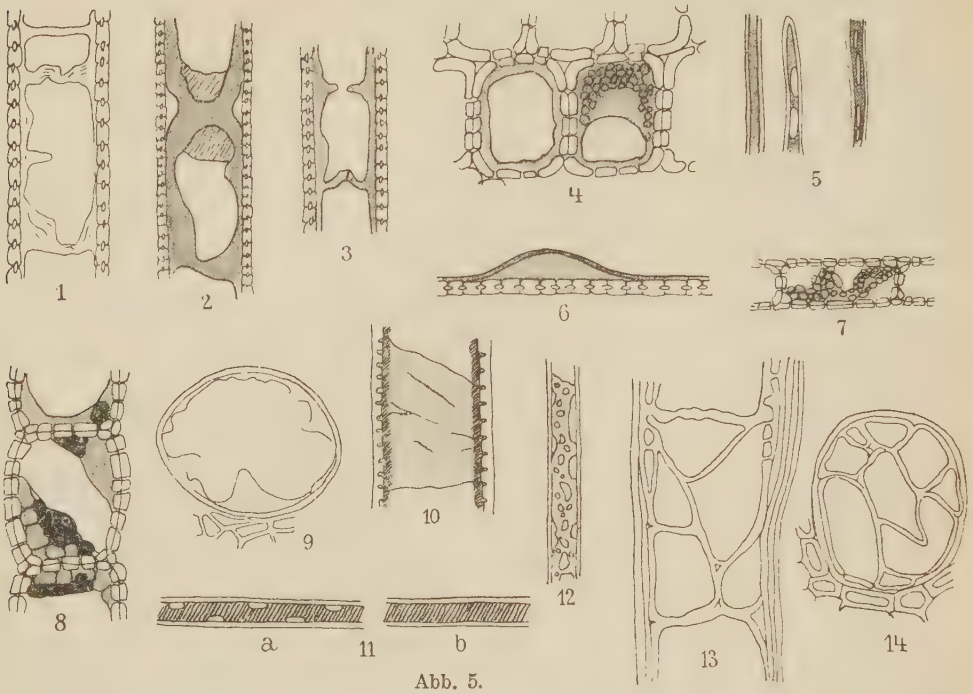


Abb. 5.

1 *Prunus cerasus.* Übergangszone. Anfangsstadium der Sekretbildung in den Gefäßen. — 2. *Prunus cerasus.* Gefäßsekret im Kernholz. — 3. *Prunus cerasus.* Entgegenwachsen der Sekretschichten. Die die beiden Schichten trennende Lamelle hat sich noch nicht aufgelöst. — 4. *Prunus cerasus.* Sekretbildung in den Markstrahlzellen. — 5. *Prunus cerasifera.* Sekretbildung im Libriform. — 6. *Prunus cerasus.* Die »innere Haut«, mit Phlorogluzin-Salzsäure behandelt, hebt sich rot von der gelben Inhaltsmasse ab. — 7. *Prunus cerasifera.* Sekret in den Holzparenchymzellen. — 8. *Prunus padus.* Sekret in den Markstrahlzellen. Gerbstoffmassen durch Osmiumsäure schwärzlich gefärbt. — 9. *Caesalpinia echinata.* Querschnitt durch ein Gefäß. Die braunroten Inhaltsstoffe haben sich nach Behandlung mit Kalilauge gelöst, und es verbleibt die innere Haut. — 10. *Haematoxylon campechianum.* Gefäßsekret im Kernholz. — 11. *Cassia siamea. a* u. *b.* Sekretbildung im Libriform. — 12. *Pterocarpus santalinus.* Sekretbildung im Libriform. Das Sekret wird bei sukzessiver Anwendung stark verdünnter Lösungsmittel anfangs blasig-vakuolig, geht dann allmählich in Lösung

der die Thyllen, welche verschleimen oder zu Gummi werden, oder sie sind Produkte des Plasmas, oder eigener, aus der Membran entstandener, Art. Während die Sekretbildung bei den Prunoideen sehr langsam vor sich geht, ist die anderer Kernhölzer, wie z. B. bei *Guajacum officinale* und *Santalum album*, sehr beschleunigt. Bei diesen, wie bei den Hölzern der Anacardiaceen, Artocarpoideen, Verbenaceen, Caesalpinioideen und anderer sind die Sekrete echte Schleime, die nicht vom Plasma, sondern von besonderen Schleimmembranpartien der eigentlichen Wände abgesondert werden. Der Vorgang ist derart, daß die sekundäre Membranlamelle auf kürzere oder längere Strecken eine Schleimmembranpartie entstehen läßt, die bewirkt, daß die tertiäre Membranlamelle, eine den Zellwänden innigst anliegende, äußerst feine Haut, abgehoben wird. Diese Schleimschichten wachsen sich im Gefäßlumen gegenseitig zu, bis sie sich treffen. Die Häute verschmelzen dann und lösen sich auf, oder aber sie lösen sich nicht auf, sie verdicken sich im Gegenteil, und es entsteht ein reichverzweigtes Gewebe vom Charakter der Thyllen (318).

Die gebildeten Stoffe haben verschiedenen Charakter, und je nach diesem werden die Bildungsschichten als »bassorinogene«, »resinogene«, »oleogene« und »thyllenbildende« bezeichnet.

In physiologischer Hinsicht ist gewöhnlich die Sekretbildung ein anormaler Vorgang, der in der Membran stattfindet. Die Membran ist daher nicht nur bildungsfähig, sondern imstande, die verschiedenartigsten Stoffe wie Bassorin, Harz, Öl oder

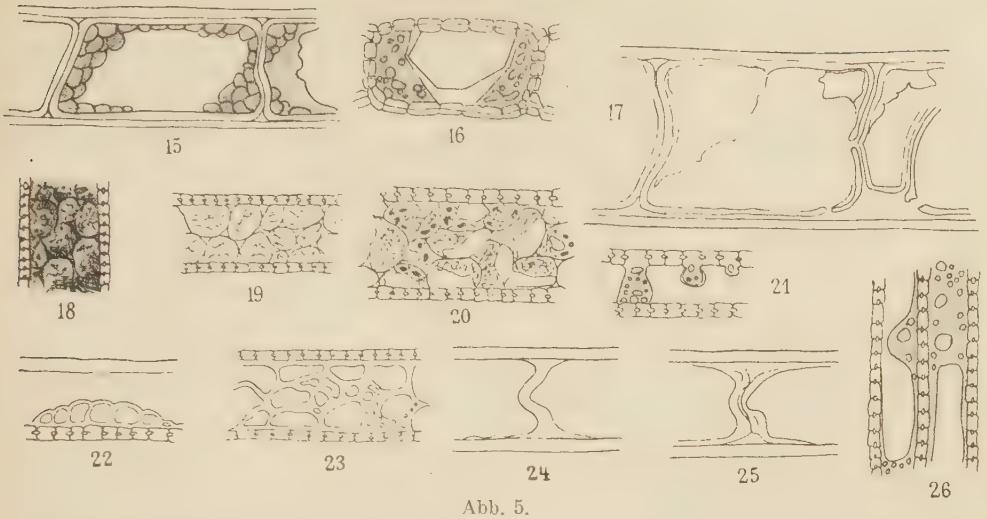


Abb. 5.

über, und schließlich verbleibt ein zartes Häutchen. — 13. *Rhus glaucescens.* Verschluß der Gefäße durch Thyllen im Längsschnitt. — 14. *Rhus glaucescens.* Verschluß der Gefäße durch Thyllen im Querschnitt. — 15. *Rhus glaucescens.* Thyllen im innersten Kernholz. Die Thyllenwände sind bedeckt mit einer körnigen, rötlichbraunen Masse; oder in der gelben Grundmasse sind rotbraune Körner eingebettet. — 16. *Rhus glaucescens.* Sekret in den Markstrahlzellen. Ein großer Kristall in der Membranmasse. — 17. *Rhus glaucescens.* Nach Behandeln mit Schultzes Flüssigkeit hat sich in einer Thylle im innersten Kern der bassorinartige Inhaltsstoff herausgelöst, eine feine Haut zurücklassend. Der Thyllenumriß ist scharf und deutlich zu verfolgen. An der der Gefäßwand aufsitzenden Stelle ist diese Linie weniger scharf. — 18. *Artocarpus rigida.* Verschluß der Gefäße durch Thyllen. Die Thyllen sind mit einer grauweißen, kristallinischen Masse völlig angefüllt. 19. *Artocarpus rigida.* Nach dem Farblösen des Thylleninhaltsstoffes verbleibt in den Thyllen ein feines fädiges Gewebe. — 20. *Callicarpa Reevesii.* Verschluß der Gefäße durch Thyllen. In den Thyllen befinden sich einige Stärkekörner. — 21. *Santalum album.* Gefäßsekretbildung. Das Sekret hat sich an der Gefäßwand zwischen zwei Tüpfeln emporgewölbt. Die Gefäßwand ist von einer dunklen Linie scharf begrenzt, welche sich an der Sekretstelle verwischt. — 22. *Guajacum officinale.* Großblasige Struktur des Sekretes nach Behandeln mit Alkohol. — 23. *Guajacum officinale.* Ein völlig mit Sekret erfülltes Gefäß hat nach Behandeln mit Alkohol eine großblasige Struktur angenommen. — 24. *Prunus cerasus.* Farbloses Sekret der Übergangszone. — 25. *Prunus cerasus.* Beim Erwärmen des farblosen Sekretes der Übergangszone mit konzentrierter Zuckerlösung erscheinen neben der starken Quellung Spalten und Löcher in dem Beleg. — 26. *Santalum album.* Gefäßsekret im Kernholz. [Nach W. Gurnik (318) gez. W. v. Brehmer.]

Farbstoffe zu erzeugen (318). Der Vorgang der Farbstoffeinlagerung in die Zellwand ist dergestalt, daß sich die Zellmembranen erst verfärben, nachdem die Wände der in den Gefäßen entstandenen Thyllen sich verdickt haben, d. h. daß der Membranfarbstoff nicht im Zellinhalt, sondern von den Membranen selbst gebildet wird. Gurnik (318) erklärt die Bildung des Membranfarbstoffes dahin, »daß nach dem Ausschalten der leitenden Bahnen durch das Sekret oder die Thyllen der farblose Zellinhalt von der Membran gespeichert wird, und daß hierauf erst in der Membran selbst, vielleicht durch enzymatische Einwirkung, aus dem mit Lignin bezeichneten Substanzenkomplex der Farbstoff entsteht«. Außerhalb der Membran tritt der Farbstoff nicht auf. Er ist den Membranen schwer völlig zu entziehen, da er in ihnen eine chemische Verbindung eingeht. Speichert sich der Farbstoff in großer Menge in der Zellwand, dann kommt es zur Abhebung der tertiären Membran, z. B. bei *Caesalpinia echinata.* Die Vorgänge der Farbstoffbildung in der Zellwand entsprechen denen der Thyllenwände, da diese als zur Membran gehörig zu betrachten sind (Abb. 5).

III. Der innere Bau der Hölzer.

Das Holz ist keine gleichmäßig dichte Masse, sondern besteht, wie alles »Gewebe« der höheren Pflanzen, aus mehr oder weniger winzigen Hohlräumen, die durch gemeinschaftliche Scheidewände voneinander getrennt sind. Es besitzt also zelligen Bau. Dieser kann an einer glatten Querschnittsfläche, noch besser an einer

hinlänglich dünnen Querlamelle, schon mit einer scharfen Lupe wahrgenommen werden. Um ihn jedoch genauer zu studieren und zur Unterscheidung der einzelnen Holzarten zu verwerten, ist die Anwendung des Mikroskops unumgänglich. Die Zellwände im Holzkörper sind »verholzt«, d. h. sie zeigen, abgesehen vom »intraxylären Kambiform« eine durch bestimmte Farbreaktionen nachweisbare Beschaffenheit (156, 351, 415).

1. Die Arten der Holzzellen.

Die einzelnen Zellen und Zellengebilde des Holzes, durch Behandlung mit Schultzes Mazerationsgemisch oder mit Chromsäure aus ihrem innigen Verbande gebracht und isoliert, zeigen verschiedene Beschaffenheit.

Die typischen Formen der Elementarorgane sind: Tracheen (Gefäße), Tracheiden, Holzparenchym und Ersatzfasern, Libriformfasern und Holzmarkstrahlen.

Zwischen diesen treten die verschiedenartigsten Übergangsformen auf, welche mitunter die Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Elementarorgan nicht klar erkennen lassen. Am klarsten faßt Haberlandt (337) dies vom physiologischen Gesichtspunkt aus zusammen:

a) Übergangsformen zwischen Libriform, Tracheen und Tracheiden.

1. Libriformfasern mit schrägspaltenförmigen, einfachen Tüpfeln.
2. Libriformfasern mit kleinen Hoftüpfeln (spaltenförmige Tüpfelkanäle), z. B. *Quercus*, *Fraxinus* usw.
3. Fasertracheiden (Hydrostereiden). Es sind prosenchymatische, langgestreckte, dickwandige Elemente mit großen runden Hoftüpfeln, ohne spiralfaserige Wandverdickung, z. B. Koniferenholz.
4. Fasertracheiden wie 3., jedoch mit spiraligen Wandverdickungen. Diese bilden den Übergang zu den dickwandigen Tracheen und Tracheiden, z. B. Taxusholz.
5. Dickwandige Tracheen und Tracheiden, z. B. *Fraxinus excelsior* usw.
6. Dünnwandige Tracheen und Tracheiden.

b) Übergangsformen zwischen Libriformfasern und dünnwandigem Holzparenchym.

1. Libriformfasern mit abgestorbenem Plasmakörper.
2. Libriformfasern mit lebendem Plasmakörper.
   a) Ungefächert, Stärke speichernd, die spaltenförmigen, linksschiefen Tüpfel treten bisweilen schon an den radialen Wänden auf, z. B. Ahorn.
   b) Gefächert, z. B. Weinrebenholz.
3. Zellen, welche halb Libriform, halb Ersatzfasern sind, z. B. *Cytisus laburnum.*
4. Dickwandige Holzparenchymzellen. Die Verdickung beschränkt sich auf die radialen Wände der im Herbstholze befindlichen Parenchymzellen.
5. Dünnwandige Holzparenchymzellen.
6. Ersatzzellen mit spaltenförmigen Tüpfeln. Übergänge gibt es auch zwischen Tracheen und Tracheiden. Sind Tracheiden tracheenartig ausgebildet und verdickt, dann liegen Gefäßtracheiden (Tracheotracheiden) vor. Sind die Gefäße englumig und den Tracheiden ähnlich, dann spricht man von Tracheidengefäßen (Tracheidotracheen). Ersatzfasern können zur einen Hälfte aus Ersatzfasern, zur anderen aus dickwandiger, prosenchymatisch zugespitzter Libriformfaser bestehen.

Auch Sanio (340) trägt bei der Gruppierung der Elementarorgane des Holzes mehr dem physiologischen Standpunkte Rechnung. Er gliedert die Holzelemente in folgende drei Systeme:

I. Parenchymatisches System:
   1. Holzparenchym.
   2. Ersatzfasern.

II. Prosenchymatisches System:
   1. Einfache, ungeteilte Holzzellen oder Holzfasern. »Libriform.«
   2. Gefächertes Libriform.

III. Tracheales System:
   1. Tracheiden.
   2. Gefäße.

Strasburger (347) stellt dagegen nur zwei Systeme auf:

I. Tracheales System:
1. Gefäße.
2. Gefäßähnliche Tracheiden.
3. Tracheiden.
4. Fasertracheiden.

II. Parenchymatisches System:
1. Holzparenchym.
2. Ersatzfasern.
3. Gefächerte Holzfasern.
4. Ungefächerte lebende und tote Fasern.
5. Sekretzellen.
6. Kristallkammerfasern.

Die Tracheen (Gefäße), im lebenden Holze der Wasserleitung dienende Zellen oder aus der Vereinigung solcher hervorgegangene Röhren, sind durch besondere Strukturen ihrer stets ungleichmäßig verdickten Wand und, nach erlangter Ausbildung, durch den völligen Mangel an spezifischem Inhalt ausgezeichnet. Wenn die Gefäße nicht zu mechanischen Leistungen herangezogen werden, sind sie fast ebenso dick wie die Elemente des primären Holzes. Die innersten, am Mark angrenzenden Teile der Holzstränge enthalten nur »streifenförmig verdickte« Tracheen, deren Wände sich aus miteinander abwechselnden, ringsum reichenden dicken und dünnen Streifen zusammensetzen. Diese bilden entweder geschlossene Ringe (Ringgefäße) oder schraubenförmig verlaufende Bänder (Spiral- oder Schraubengefäße). (Vgl. Abb. 6 bei *r*, *s*). Die Verdickungsleisten sind nach der Gefäßwandung zu entweder fußförmig verschmälert und mit kopfiger eigentlicher Leiste, oder der Fuß geht ohne scharfe Grenze allmählich in den Kopf über (vgl. Abb. 6a).

Alle übrigen Tracheen des Holzkörpers erscheinen »getüpfelt« (Tüpfelgefäße), d. h. sie zeigen rundliche oder elliptische dünne Wandstellen, die von den verdickten ringsum eingeschlossen sind. Diese Tüpfel sind fast ausnahmslos »behöft«, indem sich die Wandverdickung über die dünne Wandstelle nach innen ringsum vorwölbt und hier gleichsam eine flache, an ihrem Scheitel von der »Tüpfelpore« durchbohrte Kuppel bildet (vgl. Abb. 7). In benachbarten Tracheen passen diese »Hoftüpfel« genau aufeinander; das gemeinsame dünne Wandstück eines jeden Paares stellt dann die in ihrem mittleren Teile zur »Scheibe« (torus) verstärkte »Schließhaut« dar. Der Torus kann im Durchschnitt stabförmig (Frühjahrsholz der Koniferen) oder linsenförmig sein (Herbstholz der Koniferen). Die Schließhaut zeigt mitunter auffällige Strukturen

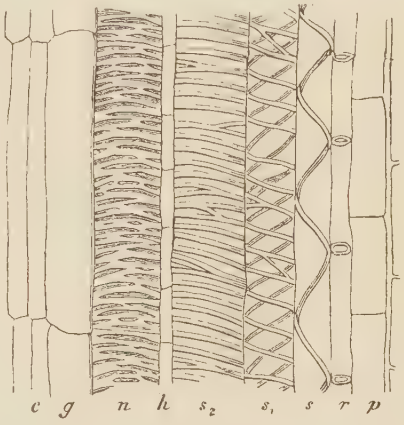


Abb. 6.
Streifenförmig verdickte Tracheen (*r*, *s*, s_1, s_2) und »Netzfaser«-Trachee (*n*) in der Längsansicht eines Gefäßbündels, stark vergrößert. (Nach Haberlandt.)

(s. Abb. 7 *D*, *E*, *F*), welche zuerst von Russow (377) genauer studiert und beschrieben wurden. Die Form und Größe, die Vollkommenheit der Ausbildung sowie die Anordnung der Hoftüpfel können sehr verschieden sein (vgl. Abb. 8 *A*—*D*), auch

Abb. 6a.
Verdickungsleisten der Gefäße mit *a*) scharf abgesetztem Kopf und *b*) mit Kopf ohne scharf abgesetzte Grenze. W. v. Brehmer.

bei dem nämlichen trachealen Elemente je nach den zur Ansicht gelangenden Wandflächen bzw. den angrenzenden Elementen (182). Stoßen die Tracheen an Holzparenchym- oder Markstrahlgewebe, dann vermitteln den Stoffverkehr große, einfache Tüpfel oder einseitige Hoftüpfel. Zuweilen zeigt die Innenseite behöft getüpfelter Wände zarte oder gröbere, ringförmig oder schraubig ringsum laufende Verdickungsleistchen (vgl. Abb. 10 *D*, 14). Diese dienen kaum der Festigung, sondern sollen nach Strasburger das Stei-

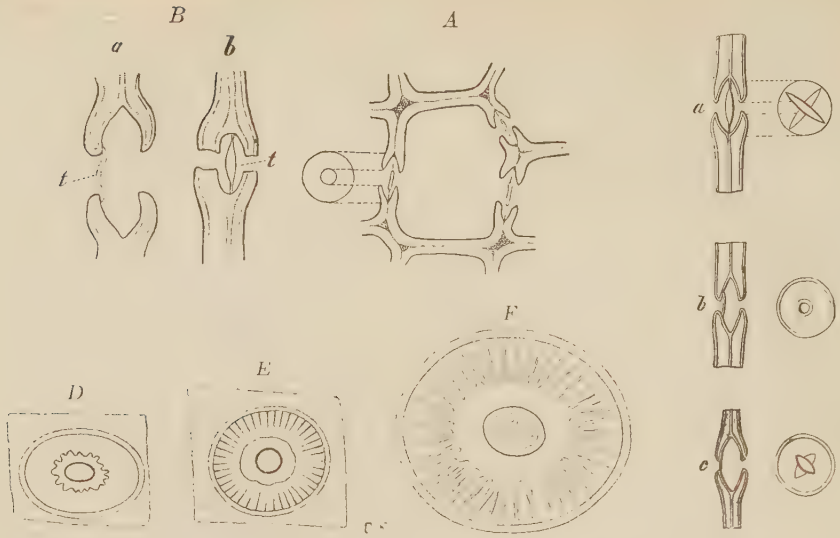


Abb. 7.

Hoftüpfelpaare in der Aufsicht und im Durchschnitt, und zwar bei *A* und *B a* in dünneren, bei *B b* in dickeren gemeinschaftlichen Scheidewänden benachbarter Tracheen. *C a*, *b*, *c* zeigen verschiedene Formen der (in *C a* und *C c* einander kreuzenden) Tüpfelporen und ungleiche Lage der Schließhaut. *D*, *E*, *F* zeigen die feinere Struktur der Schließhaut (deren Scheibe in *B* mit *t* bezeichnet ist). *A* (von *Pinus silvestris*, 400/1) nach Strasburger, *B* (von *Pinus silvestris*, 750/1) und *F* (von *Larix europaea*, 1000/1) nach Russow, *C* (schematisch) nach R. Hartig, *D* (von *Cedrus libani*, 550/1) und *E* (von *Abies pectinata*, 600/1). (Nach Wilhelm.)

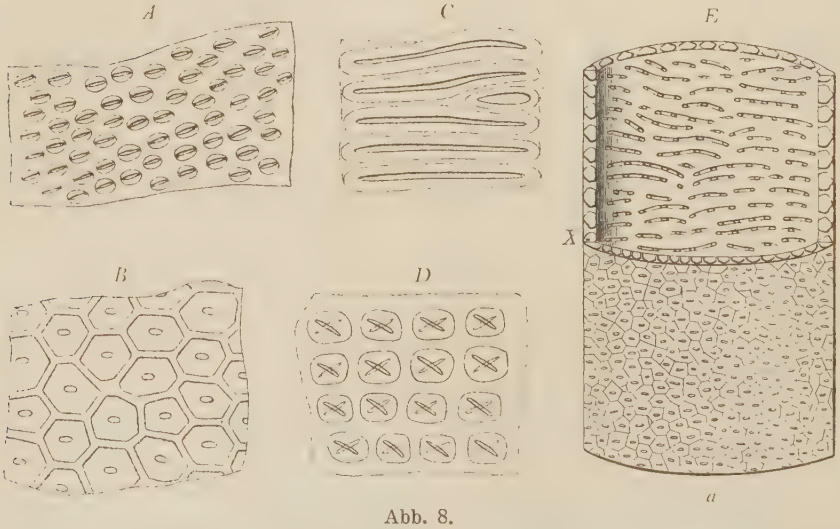


Abb. 8.

Stücke behöft getüpfelter Tracheenwände in der Aufsicht, 750 mal vergrößert, und zwar: *A* aus dem Holz der gemeinen Birke (*Betula verrucosa*), Gefäß. *B* aus dem Holze des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*), Gefäß. *C* aus dem Holze des Weinstocks (*Vitis vinifera*), Gefäß. *D* von *Drimys Winteri* (Tracheide, spaltenförmige, gekreuzte Tüpfelporen in aufeinander passenden Hoftüpfeln). *E* Stück eines weiten Frühholzgefäßes (siehe oben) der weißen Hickorynuß, *Carya alba* (250/1), in der oberen Hälfte nach der Länge halbiert und die vordere Wand (unter *E* bis *x*) entfernt gedacht, so daß neben der äußeren Wandfläche (über *a* bis *x*) auch die innere (unter *E*) sichtbar wird. In dieser münden die Poren mehrerer Hoftüpfel in gemeinsame Querspalten, eine bei dicht getüpfelten Gefäßen nicht seltene Erscheinung. (Nach Wilhelm.)

gen des Wassers zwischen Luftblasen und Wand dadurch erleichtern, daß es am Schraubenende entlang gleitet.

Die Tracheen sind entweder ringsum geschlossene Zellen: Tracheiden, oder röhrenförmige Gebilde: Gefäße. Die letzteren sind durch »Zellfusion« entstanden. Zellreihen sind zu einheitlichen Gebilden geworden, indem die aufeinander passenden Endflächen der zur Reihe zusammenstoßenden Zellen, der Gefäßglieder, in charakteristischer Weise durchbrochen wurden, und so ein in der ganzen Länge der Reihe zusammenhängender Hohlraum zustande kam. Die Durchbrechung (Perforation) der Endflächen der Gefäßglieder ist entweder einfach, d. h. sie erfolgt durch eine meist weite und nur einen schmalen Randsaum übrig lassende, rundliche Öffnung (vgl. Abb. 9 *a*, Abb. 10) — oder sie geschieht leiterförmig, indem, je nach der Holzart, eine größere oder geringere Anzahl schmaler Querleisten, »Spangen«, von der Auflösung verschont bleibt (s. Abb. 9 *b*, Abb. 11). In letzterem Falle können die Querspangen durch Längsspangen miteinander verbunden sein und die Durchbrechung kann somit gitterähnlich werden (vgl. Abb. 11). Die leiterförmige Durchbrechung findet sich in

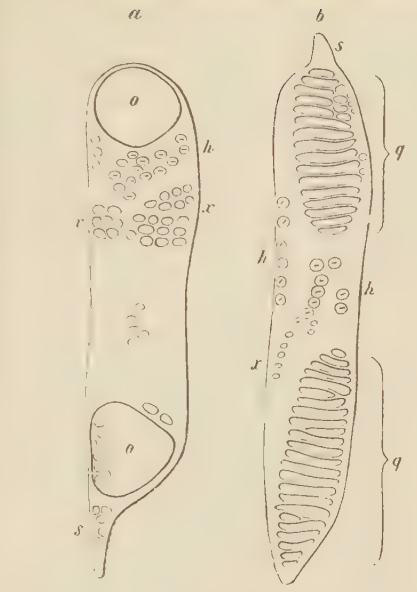


Abb. 9.
Gefäßglieder, durch Mazeration isoliert. 250 mal vergrößert. *a* aus dem Holze der Silberpappel (*Populus alba*); *o* die einfach durchbrochenen Endflächen. *b* aus dem Holze der Pimpernuß (*Staphylea pinnata*); bei *q* die leiterförmig durchbrochenen (sehr stark geneigten) Endflächen. In beiden Figuren bezeichnet *s* einen über die Endfläche hinausreichenden Fortsatz des Gefäßgliedes, *h* Hoftüpfel, *x* fast einfache (tatsächlich nur schwach behöfte) Tüpfel, wie sie gegen Markstrahlzellen oder gegen Strangparenchym gerichtet sind. (Nach Wilhelm.)

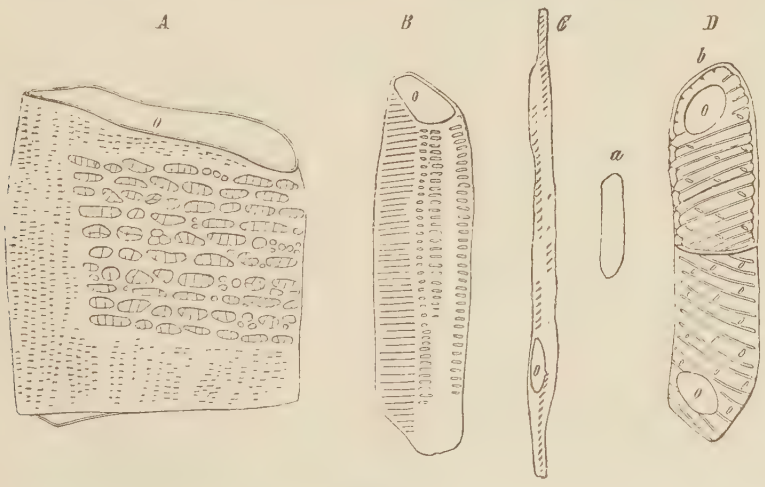


Abb. 10.
Durch Mazeration isolierte Gefäßglieder, sämtlich einfach durchbrochen, mit nur angedeuteter Tüpfelung der Längswände (in denen die infolge der Mazeration sehr undeutlich gewordene Behöfung der Tüpfel nicht zum Ausdruck gebracht ist), 110 bzw. 360 mal vergrößert. *A* aus dem Holze der Zerreiche (*Quercus cerris*); kurzes Glied eines weiten Frühholzgefäßes; die großen Tüpfel waren gegen anliegende Markstrahlen gerichtet. *B* aus dem Holze der Weinrebe (*Vitis vinifera*). *C* aus dem Holze der Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*); langes Glied eines sehr engen Spätholzgefäßes. *D* aus dem Spätholze des »Goldregens« (*Laburnum vulgare*). *a* 110 mal, *b* 360 mal vergrößert. schraubenlinig verlaufende Verdickungsleistchen der Innenwand zeigend. — In allen Figuren bezeichnet *o* die durchbrochenen Wandstellen; am unteren Ende von *B* und am oberen von *C* liegt die Durchbrechung jenseits des Beschauers. (Nach Wilhelm.)

der Regel nur an schrägen Gefäßglied-Endflächen, wobei diese sich wohl ausnahmslos gegen eine Radialebene des Holzkörpers kehren, doch sind nicht selten auch geneigte Endflächen nur einfach durchbrochen (vgl. Abb. 33). Erscheinen die Enden von Gefäßgliedern gleichsam

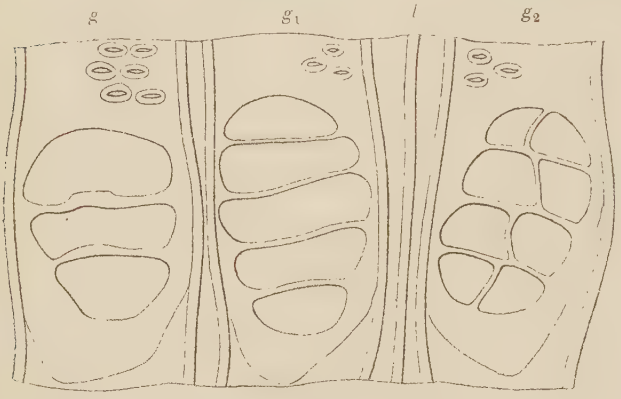


Abb. 11.

Leiterförmig durchbrochene Enden von Gefäßgliedern (g, g_1, g_2) in einem radialen Längsschnitt aus dem Holz des Tulpenbaumes (*Liriodendron tulpifera*, »White-wood«), 250/1. Bei g_2 sind die Querspangen durch Längsspangen miteinander verbunden. In den Längswänden der Gefäße Hoftüpfel. Bei l die (doppelt konturierten) Längswände von Faserzellen. Vergrößerung 250 mal. (Nach Wilhelm.)

aneinander vorbeigeschoben, so kann die Durchbrechung an den Längswänden erfolgen (Abb. 10 *C*). Im nämlichen Holze zeigen die Gefäße entweder beide Arten der Durchbrechung, meist mit Überwiegen der einen (z. B. Rotbuche), oder, weitaus häufiger, nur die eine oder die andere.

Die Länge der Gefäße kann sehr verschieden sein und mehrere Zentimeter bis einige (3—5) Meter betragen, in manchen Fällen wohl auch der ganzen Länge des Holzkörpers gleichkommen. So beträgt die Länge z. B. bei *Quercus pedunculata* bis 2 m, bei *Robinia pseudacacia* bis 1 m.

Als Artmerkmal wird sie, schon der Umständlichkeit ihrer Ermittlung wegen, nicht zu verwerten sein. Um so mehr kommt die Weite der Gefäße als solche in Betracht. Sie kann zwischen weiten Grenzen — 0,02—0,50 mm — schwanken, ist auch bei verschiedenen Gefäßen des nämlichen Holzkörpers ungleich und nimmt bei den Hölzern mit Jahresringen ganz allgemein innerhalb dieser vom Früh- zum Spätholz ab. Als charakteristisch werden die jeweiligen Maximalwerte zu gelten haben.

Sehr weite Gefäße von 0,2 mm bis über 0,3 mm Durchmesser findet man z. B. bei Eichenhölzern, im roten Sandelholz, sehr enge, von nur 0,02 mm Durchmesser, im Holz des Spindelbaumes, der Heckenkirschen. Je weiter die Gefäße sind, um so geringer ist im allgemeinen die relative Länge ihrer Glieder und umgekehrt.

Gefäße, deren Weite unter 0,10 mm sinkt, können auf dem Querschnitt mit freiem Auge kaum mehr als deutliche Poren unterschieden werden, bilden aber auf Längsschnitten noch deutliche Rinnen. Mit zunehmender, unter 0,05 mm herabgehender Enge werden auch diese Gefäße sehr fein bis unkenntlich.

Die Gefäße führen häufig keinen spezifischen Inhalt, sie sind leer. In vielen Fällen erscheinen sie aber durch Ausstülpungen der Schließhäute einseitiger Hoftüpfel benachbarter Parenchymzellen in ihrem Hohlraum (sog. »Füllzellen« oder Thyllen) mehr oder weniger verstopft (s. Abb. 12, 13), so namentlich in

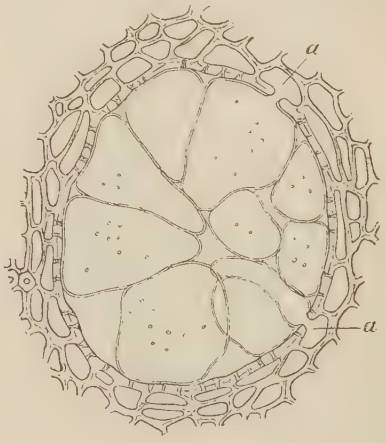


Abb. 12.

Ein mit Thyllen erfülltes Gefäß nebst den angrenzenden Zellen aus dem Kernholz des Schotendorns (*Robinia pseudacacia*) im Querschnitt, 300 mal vergrößert. Bei a ist der Zusammenhang der Thyllen mit ihren Ursprungszellen zu sehen. (Nach Strasburger.)

Kern- und Reifhölzern (380, 381). Die Thyllen sind meist dünnwandig, können aber ausnahmsweise, wie im Letternholze,

auch sehr dicke Wände haben (vgl. Abb. 13 *B*) und dann die Härte und das Gewicht des Holzes erhöhen. Bei weitporigen Hölzern erscheinen sie in den Poren als glänzende oder irisierende Häutchen. Wo Thyllen fehlen, zuweilen aber auch neben solchen, zeigen sich die Hohlräume der Gefäße im Kernholz oft mehr oder weniger mit Kernstoffen erfüllt. In manchen Fällen haben meist längliche prosenchymatische Gestalt mit kurz oder lang zugespitzten, zuweilen auch dachförmig zugeschärften Enden (Abb. 14). Man kann gefäßähnliche und faserförmige oder Fasertracheiden unterscheiden. Jene (z. B. Abb. 14 *A*) gleichen mehr oder weniger den Gliedern enger Gefäße bis auf die fehlende Durchbrechung der Enden, die anderen erschei-

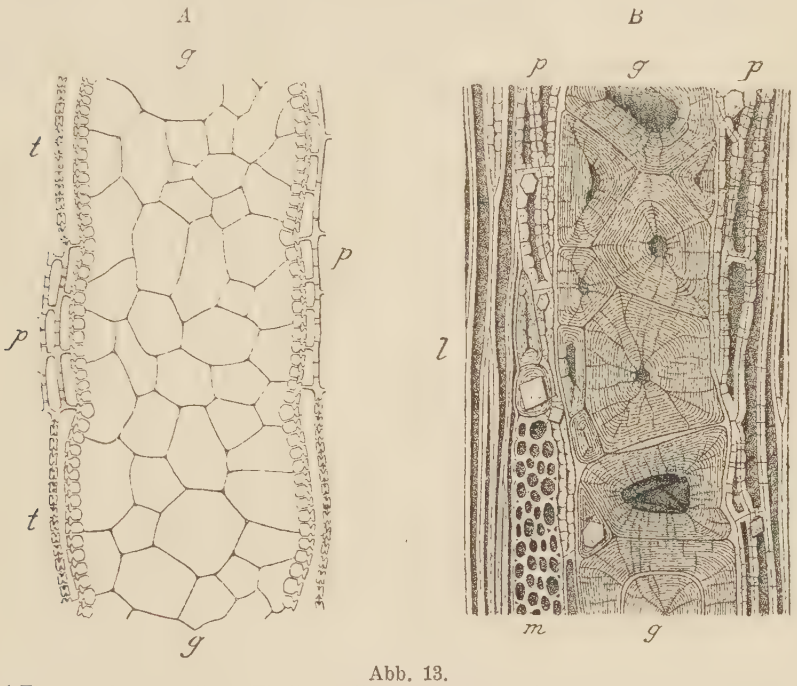


Abb. 13.
A Ein von dünnwandigen Thyllen vollständig erfülltes Gefäß *g g* von *Robinia pseudacacia* im Längsschnitt, 125/1; *t*, *p* benachbarte Tracheen, beziehentlich Parenchymzellen. *B* Tangentialansicht aus dem von *Brosimum* (*Piratinera*) *Aubletii Pöpp.* abgeleiteten Lettern- oder Schlangenholze, 165/1; *g g* von sehr dickwandigen Thyllen erfülltes Gefäß, *l* Holzfasern, *p* Holzparenchym, *m* Markstrahl. Die weißen, rhombischen bis sechseckigen Figuren unter *p* und über *m* bedeuten Kristalle von Kalziumoxalat. (Nach Wilhelm.)

finden sich in den Gefäßen auch anorganische Ausfällungen, so kristallinisches Kalziumkarbonat, selbst amorphe Kieselsäure, letztere im Kern des Teakholzes (381, 382, 383).

Die Gefäße kommen nur bei Laubhölzern vor, wo sie mitunter die einzige Form der trachealen Elemente darstellen (so in den Hölzern der *Mimosoideae*), fehlen aber sämtlichen Nadelhölzern.

Die Tracheiden, hinsichtlich der Struktur und sonstigen Beschaffenheit ihrer Wand mit den Gefäßen übereinstimmend und von diesen nur dadurch verschieden, daß sie enger als Gefäße, ringsum geschlossene Zellen sind und bleiben, nen an diesem mehr oder minder ausgezogen, sind somit der letzteren obiger Bezeichnungen entsprechend gestaltet und oft von erheblicher Wanddicke (vgl. Abb. 14 *C*—*G*). Bei Koniferenholz treten zwischen den Fasertracheiden lufterfüllte Interzellularen auf, welche bei Cypressen besonders zahlreich und weit sind. Während die Tracheiden bei Laubhölzern meist unter 1,0 mm lang bleiben, können sie bei Nadelhölzern — hier die einzige Form der Tracheen darstellend — mehrere Millimeter lang werden. Wie die der anderen Holzelemente schwankt auch die Größe der Fasertracheiden innerhalb der verschiedenen Jahresringe. Die Größen-

zunahme wächst mit dem Alter, aber nur bis zu einer bestimmten Altersgrenze, dann bleibt sie konstant. Bei *Pinus silvestris* beträgt z. B. in einem 72 jährigen Stamme, etwa 12 m über dem Erdboden,

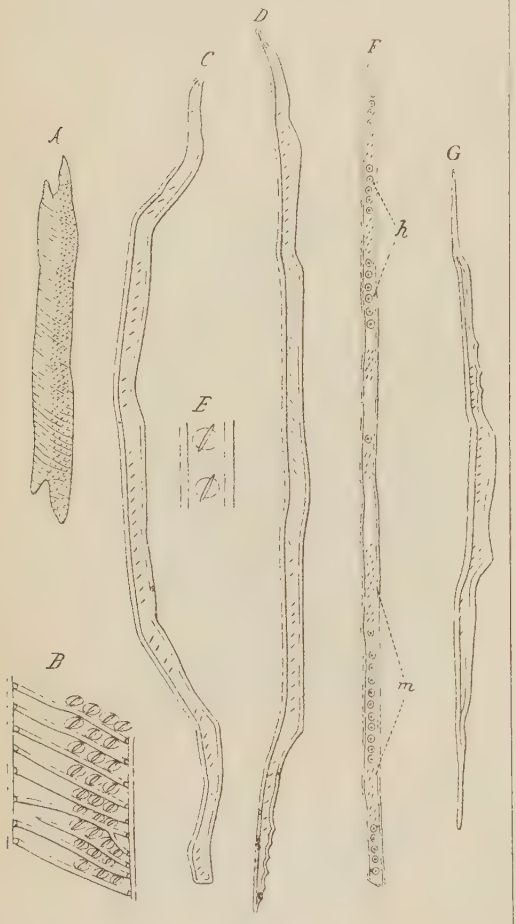


Abb. 14.
A gefäßähnliche Tracheide aus dem Holz der Linde (*Tilia*), 120/1, mit schraubiger Wandverdickung und kleinen Hoftüpfeln. *B* ein Stück derselben bei stärkerer Vergrößerung, 600/1. *C* bis *G* Fasertracheiden, und zwar: *C*, *D* aus dem Holz der Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*), 120/1; *E* ein Stück derselben, stärker vergrößert, 300/1; *F* aus dem Holz der Fichte (*Picea excelsa*), 30/1; *G* aus Pockholz (*Guajacum officinale*), 175/1. In *C*, *D*, *G* sind nur die schief spaltenförmigen Poren der in *E* stärker vergrößerten Hoftüpfel sichtbar.
(Nach Wilhelm.)

die Länge im 1. Jahresringe: 0,95 mm; im 17.: 2,74 mm; im 37.: 3,87 mm; im 39.: 4,00 mm; im 45.: 4,21 mm. Dann bleibt die Länge konstant. Ebenso nimmt auch die mittlere Breite der Fasertracheiden mit steigendem Alter des Stammes zu. Durch die steigende Längenzunahme wird wahrscheinlich die bei vielen Hölzern beobachtete tangential schiefe Stellung der ursprünglich längs verlaufenden Holzelemente bedingt. Die Abweichungswinkel der Fasern von der Longitudinalrichtung beträgt bei *Aesculus hippocastanus* bis 20°, bei *Syringia vulgaris* bis 30°, bei *Sorbus aucuparia* bis 40° und bei *Punica granatum* bis 45°.

Die Nadelholztracheiden (s. Abb. 14 *F*) besitzen die ansehnlichsten Hoftüpfel (bis zu 0,027 mm Durchmesser des Hofes und

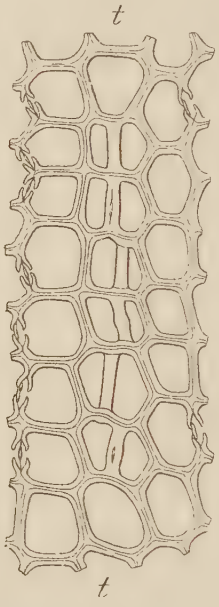


Abb. 15.
Querschnittsansicht aus dem Holz der Gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), 250/1. In den mittleren Tracheiden (zwischen *t t*) Querbalken.
(Nach Wilhelm.)

0,007 mm Weite der Pore) und, als seltenes Vorkommnis, mitunter »Querbalken« (vgl. Abb. 15 und 24 bei *b*) zwischen ihren im Stamme tangential gestellten Seitenwänden. Solche kommen auch bei Salixarten vor (384, 385).

Die Holzparenchymzellen, im lebenden Holzkörper den Vorgängen des Stoffwechsels und der Aufspeicherung von Reservestoffen dienend und durch wiederholte Querteilung der Kambiummutterzellen entstanden, enthalten, solange sie jene Tätigkeit ausüben, lebendes Protoplasma und in diesem, vornehmlich zur Zeit der Vegetationsruhe, bei hartholzigen Laubbäumen, Stärkemehl oder bei weichholzigen Bäumen, wie *Tilia*, *Betula*, *Pinus*

usw., fettes Öl. Auch Gerbstoff, Harztröpfchen (bei den Nadelhölzern), Kristalle vom Kalziumoxalat sind in ihnen anzutreffen. Im Kernholze sind diese Zellen wohl sämtlich abgestorben; häufig bewirkten sie die Bildung von »Kernstoffen«, wie Gummi, Harze, Gerbstoffe, die teils die Wände der Elemente färben, teils im Inneren der letzteren sich abgelagert haben.

Die Parenchymzellen des Holzes unterscheiden sich von den Tracheen auch durch die stets einfach getüpfelten Wände. Die Tüpfel sind rundlich oder elliptisch, die Wandverdickung wölbt sich nicht über die Tüpfel nach innen vor, sondern endet an diesen mit geradem Rand (Abb. 24 in *w*).

Man unterscheidet k u r z e, im Längsschnitt rechteckige Parenchymzellen (Abbild. 16 *a*) von den l ä n g e r e n prismatischen, die Form der Kambiumzellen zeigenden, an den Enden kurz zugespitzten »E r s a t z z e l l e n« (Abb. 16 *C*) und den mit lang ausgezogenen Enden und schiefgestellten, spaltenförmigen Wandtüpfeln versehenen P a r e n c h y m f a s e r n. Die lezteren können durch zarte Querwände gefächert sein, wie z. B. im Holz des Weinstockes (Abb. 16 *D*, *d*). In den Holzsträngen sind kurze Parenchymzellen in der Regel zu Längsreihen von faserförmi-

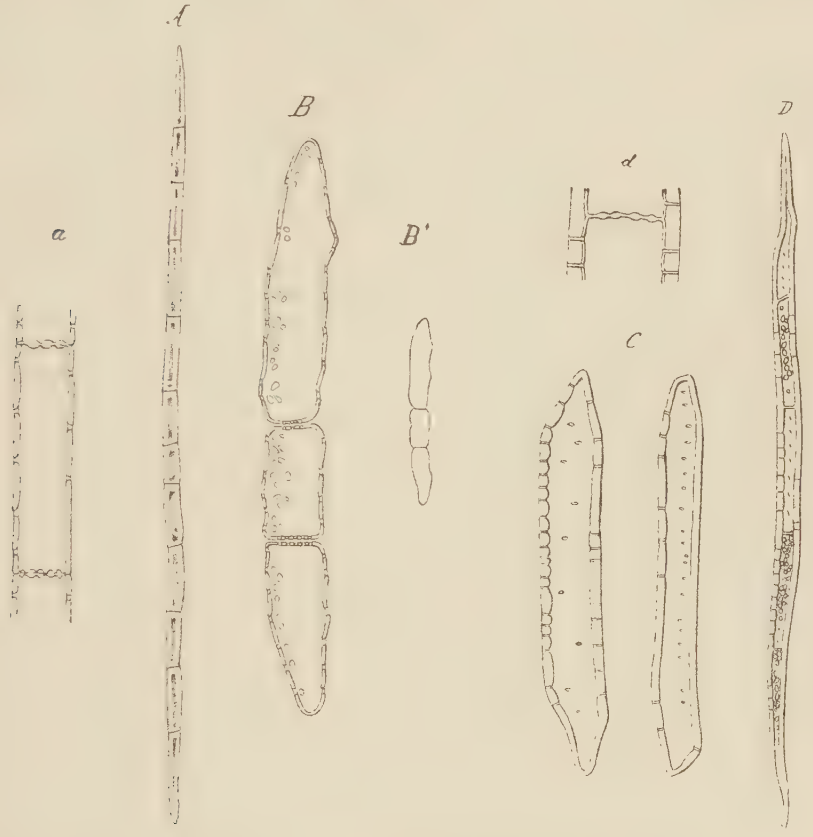


Abb. 16.

Parenchymzellen verschiedener Hölzer. *A* Reihe kurzer Parenchymzellen (»Holzparenchym«) aus dem Holz des virginischen Wacholders (*Juniperus virginiana*), 60/1. In den einzelnen (12) Zellen ist der infolge der Präparation kontrahierte Inhalt angedeutet. *a* ein Stück von *A*, stärker vergrößert. *B* Holzparenchym aus dem roten Sandelholze (*Pterocarpus santalinus*), 250/1. *B'* dasselbe, Vergrößerung wie bei *A*. *C* »Ersatzzellen« aus dem Holz des Goldregens (*Laburnum vulgare*), links in der tangentialen, rechts in der radialen Längsansicht des Holzkörpers, 350/1. *D* gefächerte Parenchymfaser aus dem Holz des Weinstocks (*Vitis vinifera*), 125/1. *d* ein Stück von *D* mit einer Querwand, stärker vergrößert. In *a*, *B*, *B'* und *C* wurde der Zellinhalt nicht mit dargestellt. (Nach W i l h e l m.)

gem Gesamtumriß vereinigt, und bilden so »Holzparenchym« (Abb. 16 *A*, *B*).

In direkter Höhe großer Gefäße sind die Holzparenchymzellen platt gedrückt.

Parenchym« (z. B. *Pterocarpus santalinus*, *Juglans regia*), oder Holzparenchym umgibt ohne tangentiale Schichtung die Gefäße ganz oder teilweise, dann liegt

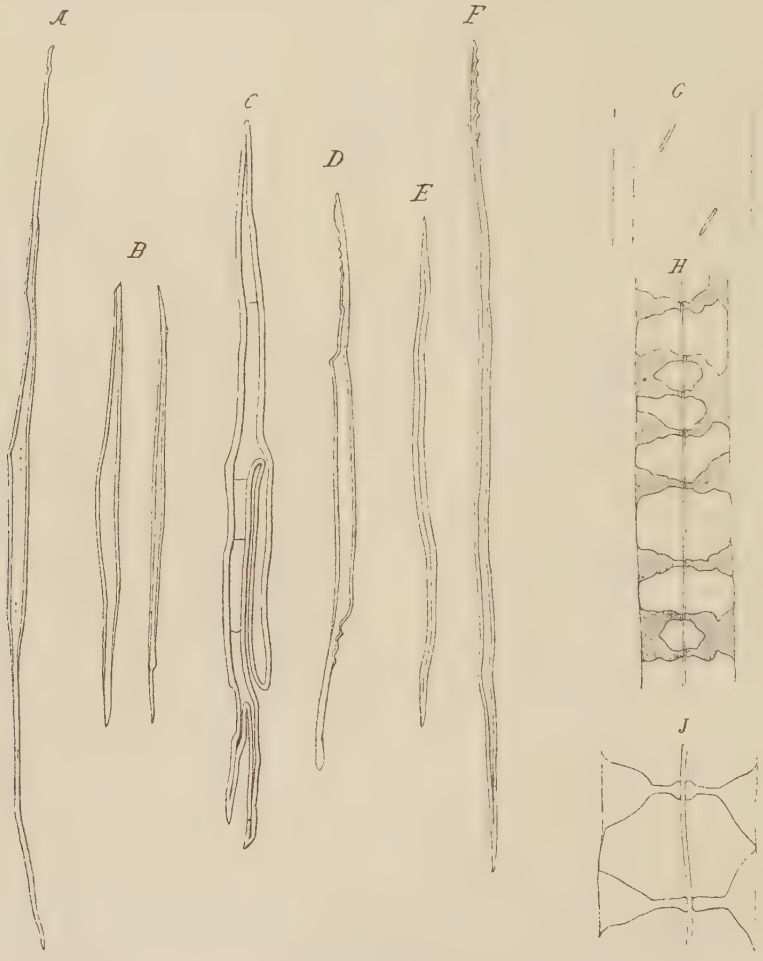


Abb. 17.

Sklerenchymfasern bei 100facher Vergrößerung, und zwar: *A* aus dem roten Sandelholz (von *Pterocarpus santalinus*); *B* aus dem Holz der Weißweide (*Salix alba*), links eine im Stamm tangential gestellte, rechts eine im Stamm radial gestellte Wand dem Beschauer zuwendend; *C* aus dem Holz des Teakbaumes (*Tectona grandis*), gefächert; *D* aus dem Holz des Nußbaumes (*Juglans regia*); *E* aus dem Holz des Ölbaumes (*Olea europaea*); *F* aus dem Holz der Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*). *G* Stück von *D*, stärker vergrößert, 1000/1, mit schief gestellten, spaltenförmigen Tüpfeln. *H* Wand zwischen zwei benachbarten Sklerenchymfasern des Bokoholzes (*Bocoa provacensis*), 850/1. *J* Stück einer solchen Wand, stärker vergrößert, 1000/1. (Nach Wilhelm.)

Im Holzparenchym bestehen die Durchlüftungsgänge aus längs verlaufenden engen Kanälen.

Tritt Holzparenchym in Form von tangentialen Bändern auf, dann liegen die Gefäße entweder an diesen oder in ihnen und man spricht von »metatrachealem

»paratracheales Parenchym« vor. Zwischen beiden Formen gibt es viele Übergänge (387).

Die Ersatzfasern oder Holzparenchymersatzfasern oder Ersatzzellen sind homolog einer spindelförmigen Gruppe von gewöhn-

lichen Holzparenchymzellen, sie ersetzen oder begleiten das Holzparenchym (337). Sie entstehen dadurch, daß häufig die Kambiummutterzelle des Holzparenchyms ungeteilt bleibt. Hierdurch bilden sich Zellen von spindelförmiger Gestalt. Sie treten an die Stelle des eigentlichen Holzparenchyms, unterscheiden sich jedoch von diesem in Beziehung auf Wände, Inhalt und Funktion nicht.

Die Sklerenchymfasern oder echten »Libriformfasern« haben faserförmige prosenchymatische Gestalt und mehr oder weniger dicke Wände mit meist fast verschwindenden Innenräumen und mit kleinen, oft winzigen, meist schief spaltenförmigen und spärlichen Tüpfeln (Abb. 17). Der Inhalt enthält Luft oder seltener geschrumpfte Plasmareste. Die Wände sind in der Regel stärker verholzt als die der Bastfasern. Eine eigentümliche Art der Tüpfelung zeigen die dickwandigen Sklerenchymfasern einiger Tropenhölzer, z. B. des Bokoholzes, Schlangenholzes, Veilchenholzes und anderer (vgl. Abb. 17 *H*). Diese darf mit wirklicher Hoftüpfelbildung, die bei solchen Elementen zuweilen vorkommt, nicht verwechselt werden (39). Manche Sklerenchymfasern, z. B. die der Mahagonihölzer, des Teakholzes, erscheinen durch dünne Querwände gefächert (Abb. 17 *C*).

Die Sklerenchymfasern können 0,3 bis 1,3 mm lang werden. Bei *Salix acutifolia* erreichen sie eine Länge von 0,53 mm, bei *Prunus laurocerasus* von 1,26 mm, bei *Quercus pedunculata* von 0,8 mm und bei *Tilia parvifolia* von 0,46 mm (340).

Die Sklerenchymfasern dienen wesentlich der Festigung des Holzkörpers. Ihr früher oder später absterbender Inhalt kommt für diese Aufgabe nicht weiter in Betracht. Im Kernholze können sie gleich den übrigen Elementen desselben mit Kernstoffen erfüllt sein. Zuweilen zeigt eine innere, schmälere oder breitere Wandschicht weichere, mehr knorpelig-gelatinöse Beschaffenheit, auffälliges Lichtbrechungsvermögen und mit Jodlösungen sofortige Bläuung (vgl. Abb. 18, neben *St*). Das Vorkommen dieser »Gallertschicht« ist jedoch ziemlich unregelmäßig (182, 340).

Während Tracheen und Parenchymzellen keinem Holzkörper fehlen, finden sich Sklerenchymfasern nur bei vielen Laubhölzern und, mehr oder weniger reichlich, als Begleiter der Gefäßbündel in monokotylen Stämmen.

Mit besonderen Stoffen — Gerbstoff, Öl, Schleim — vollständig erfüllte Zellen als Sekretbehälter kommen in Hölzern im ganzen selten vor (388). Dagegen sind Kristallschläuche, d. h. Zellen, die Einzelkristalle von Kalziumoxalat umschließen, sehr verbreitet, namentlich in tropischen Laubhölzern. Sie gehen meist aus der Querfächerung von Parenchymzellen hervor (siehe z. B. Abb. 25 bei *K*).

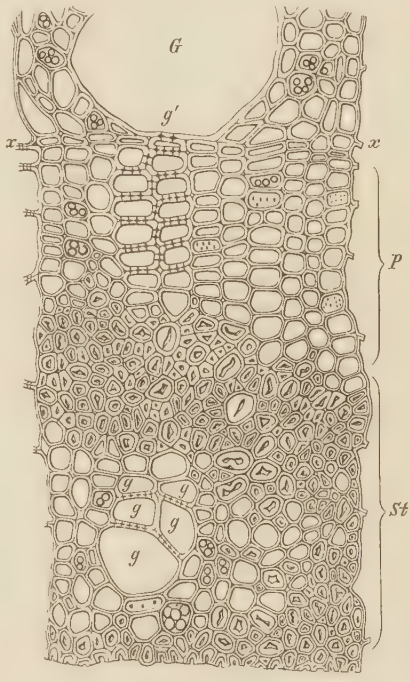


Abb. 18.

Querschnittsansicht aus dem Holz der Dreidornigen Gleditschie (*Gleditschia triacantha*), 250/1. *G* weites Frühholzgefäß. *g* engere Gefäße im mittleren Teile des Jahresringes. Unter *g'* Tracheiden und enge Gefäße im Spätholz. Bei *x x* die Grenze des letzteren. In der Region *P* liegen, neben engen Gefäßen und Tracheiden, Holzparenchymzellen, z. T. mit Stärkeinhalt, in regelmäßigen radialen Reihen. Die Region *St* zeigt zahlreiche, regellos zusammengedrängte Sklerenchymfasern mit »Gallertschicht«. (Nach Wilhelm.)

2. Die Anordnung der Zellen im Holze.

a) Markstrahlen.

Im radialen Längsschnitt, der den Bau der Markstrahlen am deutlichsten zeigt, erscheinen diese aus querverlaufenden

Zellreihen zusammengesetzt, meist aus mehreren, zuweilen aus vielen, seltener aus einer einzigen. Ein Markstrahl gleicht

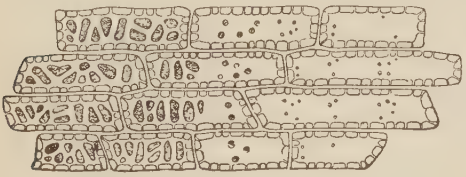


Abb. 19.
Stück eines Markstrahles der Stieleiche (*Quercus pedunculata*) im radialen Längsschnitt, 375/1. Die Wände der Parenchymzellen sind ringsum mit einfachen Tüpfeln versehen und diese in der linken Hälfte der Abb. (welcher Teil des Präparates einem weiten Gefäß benachbart war), sehr groß. (Nach Hempel und Wilhelm.)

in dieser Ansicht etwa einem Mauerwerk, dessen Bausteine die einzelnen Zellen bilden (vgl. Abb. 19, 20 u. 24 *M*). Die letz-

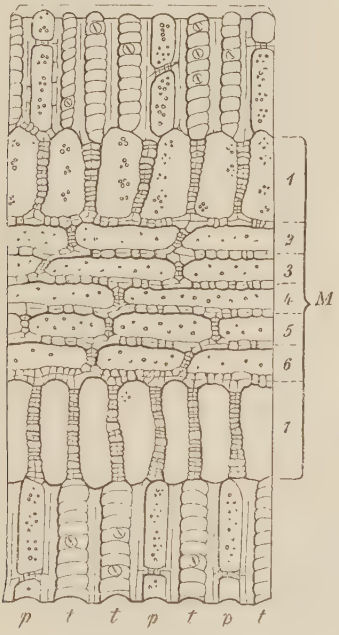


Abb. 20.
Radialschnittsansicht aus dem Holz des Hülsen (*Ilex aquifolium*), 250/1. *t* Mittelstücke von Fasertracheiden mit Hoftüpfeln und zarten Verdickungsleistchen der Innenwand. *p* Strangparenchym mit kleinen einfachen Tüpfeln. *M* ein Markstrahl, dessen Kantenzellen (in den Reihen *1* und *7*) erheblich höher, aber in radialer Richtung schmäler sind als die Zellen in *2* bis *6*. Alle Markstrahlzellen einfach getüpfelt. (Nach Wilhelm.)

teren haben rechteckigen Umriß und grenzen in den Reihen mit geraden oder schrägen Endflächen aneinander. Ihre Länge, in der Richtung des Markstrahlverlaufes »liegend«, überwiegt meist ihre zu jener senkrecht »stehende« Höhe, doch kann, wie in Abb. 20, bei Laubhölzern in den Kanten der Markstrahlen auch das Gegenteil stattfinden oder der Umriß quadratisch sein (389).

Die »liegenden Markstrahlzellen« heißen auch »Markstrahlmerenchym« oder »Merenchymzellen«, die »aufrechten oder stehenden« auch »Kantenzellen«, »Hüllzellen«, »Markstrahlpalissaden« oder kurz »Palissadenzellen«.

Im Tangentialschnitt, der die Markstrahlen senkrecht zu ihrem Verlaufe trifft und eine genaue Ermittlung ihrer Höhe und Breite zuläßt (Abb. 21, 33), erscheinen diese entweder einschichtig als einfache, aufrechte Zellreihen, oder mehrschichtig, als Zellgruppen von spindelförmigem Gesamtumriß, auf deren Breite mehr als eine Zelle, bei den großen Markstrahlen der Eichen z. B. 20—30, entfallen (390). Entweder sind sämtliche Markstrahlen eines Holzkörpers einschichtig — bei oft sehr wechselnder Höhe — so z. B. im Holze der Tanne, der Wacholderarten, der Eibe, der Erlen, der Weiden, des Guajakbaumes, im Ebenholz, oder es kommen neben einschichtigen auch mehrschichtige vor (Beispiele: Holz der Fichte, der Kiefer, der Buche, der Eiche), oder es sind fast nur mehrschichtige vorhanden, wie z. B. bei Ahorn, Esche (Abb. 33).

Der Querschnitt zeigt die Markstrahlen als radiale ein- oder mehrfache Zellreihen (vgl. Abb. 23, 26, 28). Je schmaler und niedriger die Markstrahlen eines Holzes sind, desto zahlreicher treten sie im allgemeinen auf. Die Markstrahlen bestehen allermeistens nur aus Parenchymzellen. Bei manchen tannenartigen Nadelhölzern — den Fichten, Lärchen, Zedern, Kiefern, Hemlocks- und Douglastannen — beteiligen sich auch Tracheiden an ihrem Aufbau. Sie begleiten die Markstrahlen beiderseits und verlaufen in derselben Richtung (typisch für die Erkennung dieser Hölzer). Außer den parenchymatischen Markstrahlen bei *Pinus* und anderen *Abietineen* kommen neben den parenchymatischen Markstrahlzellen noch solche vor, die als Tracheiden zu bezeichnen sind. Ihre Wände haben Hoftüpfel und liegen an den Rändern des Markstrahles. Das Vorkommen von Sekretschläuchen, auf

mehrschichtige Markstrahlen von Laubhölzern beschränkt, ist ganz vereinzelt.

Die parenchymatischen Zellreihen der Markstrahlen werden fast ausnahmslos von »Interzellulargängen« begleitet, die sich im Tangentialschnitte des Holzkörpers als enge, dreieckige, hohle, meistens mit Luft erfüllte »Zwischenzellräume« darstellen (Abb. 22 *i*).

Sind die Wände der Markstrahlen verdickt, so sind sie, wenn sie an die Interzellularräume grenzen, von Tüpfelkanälen durchsetzt, z. B. *Larix*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Salix*, *Populus*, die Interzellularen der Markstrahlen durchbrechen den Verdickungsring und stehen mit Interzellularen der Rindenmarkstrahlen in Verbindung.

Im Innern mehrschichtiger Markstrahlen erweitern sich solche Interzellularräume zuweilen zu sekretführenden Lücken, die dann von einer einfachen Schicht dicht zusammenschließender Parenchymzellen, dem »Epithel« umringt werden (vgl. Abb. 21 bei *i*). Für dieses bei Laubhölzern seltene Vorkommen bieten die Markstrahlharzgänge mancher Nadelhölzer, so der Fichte, Lärche, Kiefer, gute Beispiele (391). Durch nachträgliches Auswachsen einzelner Epithelzellen werden solche weite Zwischenzellräume mitunter in ähnlicher Weise verstopft, wie Tracheen durch Thyllen. Dies geschieht z. B. in den erwähnten Markstrahlharzgängen, wenn in jenen Nadelhölzern die Kernbildung beginnt (392).

Die mehr oder weniger verdickten und verholzten Querwände der Holzmarkstrahlen sind reichlich getüpfelt. Sie stehen mit den ihnen benachbarten Fasertracheiden durch Poren verschiedener Größe in Verbindung. Solche Poren sind bei Pinusarten sehr groß und füllen fast die ganze Breite der Markstrahlzellen aus. Die Markstrahlzellen der Dikotylen sind mit den angrenzenden Gefäßen ebenfalls durch Tüpfel verbunden. *Salix* und *Populus* haben elliptische, ziemlich große Tüpfel, die kaum behöft sind, bei Eichen und anderen sind die Tüpfel groß und unbehöft. Sehr große Tüpfel von langgezogener, unregelmäßiger Form (0,01—0,012 mm) haben *Morus alba*, *Vitis vinifera* und andere; kleine, einfache unregelmäßig verteilte Tüpfel haben Rosaceen und Leguminosen (227).

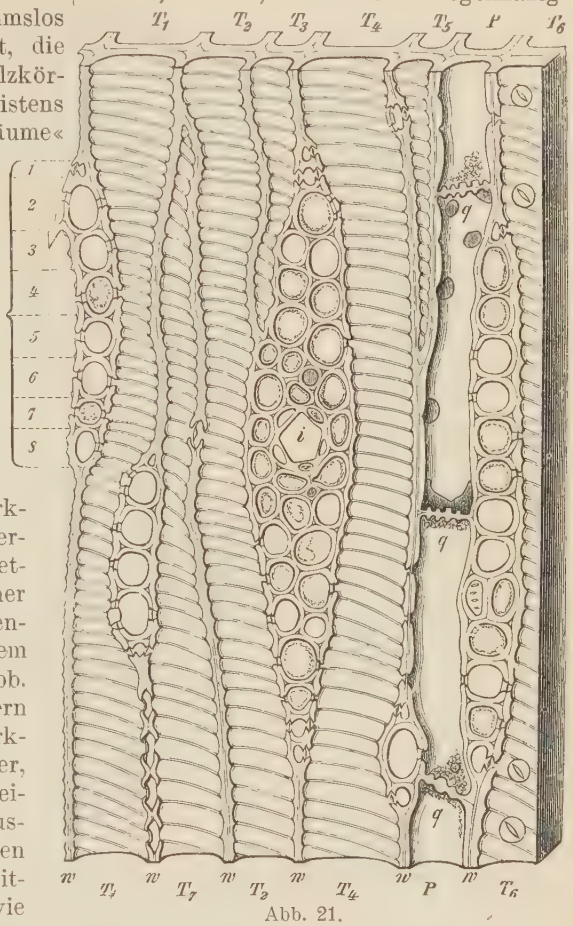


Abb. 21.

Tangentialschnittsansicht des Holzes der Douglastanne (*Pseudotsuga Douglassii*), 300 1. Einschichtige Markstrahlen am linken Rande bei *M*, dann zwischen T_1 und T_7, auch zwischen T_4 und T_5, oben, und zwischen T_4 und P, unten, ein größtenteils einschichtiger zwischen P und T_6, ein mehrschichtiger (mit zentralem Harzgang *i*) zwischen T_2 und T_4. T_1 usw. angeschnittene Tracheiden der Holzstränge mit schraubigen Verdickungsleistchen ihrer inneren Wandflächen. *w* die (angeschnittenen) radialen Längswände der Holzstrangtracheiden. *P P* Holzparenchym mit den gemeinsamen Querwänden *q* der einzelnen Zellen, in diesen Inhaltsreste. (Nach Hempel und Wilhelm.)

»Spiegelfasern«, z. B. bei Ahorn und bei Eichen, sind die stark glänzenden Markstrahlen (Längsschnitt).

»Scheinmarkstrahlen« sind gefäßfreie Gewebestreifen, welche häufig breite, am Rande unscharfe Markstrahlen vortäuschen (z. B. Erle, Hasel, Hainbuche usw.).

b) Holzstränge.

Die Elemente der Holzstränge gehen aus dem Kambium in radialen Reihen hervor. Diese Anordnung bleibt bei den Nadelhölzern erhalten (vgl. Abb. 26, 28). Bei den Laubhölzern (Abb. 30) wird sie um so mehr gestört, je zahlreicher und weiter die Gefäße sind, erhält sich nur stellenweise (s. Abb. 18 bei *P*) oder (Abb. 23) schnitte des Holzkörpers Querreihen [vgl. Abb. 25 (106)]. Fasertracheiden und Sklerenchymfasern, deren Länge die Höhe der Querreihen wohl stets übertrifft, schieben dann ihre verschmälerten Enden zwischen die Elemente der nächst oberen und der nächst unteren Reihe, was in der Gestalt solcher Zellen deutlich zum Ausdruck kommt, und auch die Verteilung

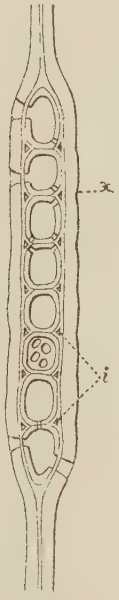


Abb. 22.
Markstrahl der Weißtanne (*Abies pectinata*), Tangentialansicht, 400/1. *i* Zwischenzellräume, bei *x* gegen solche gerichtete Wandtüpfel. (Nach Wilhelm.)

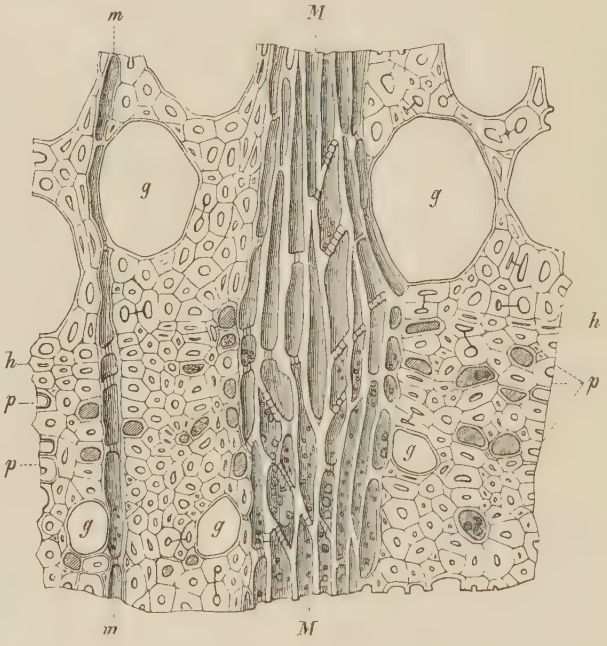


Abb. 23.
Querschnittsansicht aus dem Holz der Rotbuche (*Fagus silvatica*), 250/1. *M* ein breiter, mehrschichtiger, *m* ein schmaler einschichtiger Markstrahl. *g* Gefäße. *p* Parenchymzellen, einzeln zwischen dickwandigen Fasern. Bei *h h* eine (wenig hervortretende) Spätholzgrenze, über dieser Frühholz mit weiten Gefäßen. (Nach Wilhelm.)

gar nicht, so besonders bei Ausbildung langer Holzfasern (Abb. 17).

In den Längsansichten des Holzkörpers stehen die Zellen bzw. Zellreihen und Gefäße der Holzstränge in der Längsrichtung dieser nebeneinander, kreuzen also den Verlauf der Markstrahlen (vgl. Abb. 24). Hierbei erscheinen im Tangentialschnitt die erst erwähnten Elemente mit ihren mehr oder weniger verjüngten Enden zwischen einander geschoben und stehen allermeistens in ungleicher Höhe (s. Abb. 21 *T*, *T*). Nur bei den ausschließlich tropischen Hölzern mit stockwerkartigem Ausbau bilden die Elemente nicht nur im Radial-, sondern auch im Tangentialder Tüpfel beeinflußt (Abb. 25 *B*). Der tangentialen Querreihung der Holzstrangzellen entspricht bei diesen Hölzern gewöhnlich auch die Anordnung und Höhe der Markstrahlen.

Was die Zusammenstellung der Holzstränge betrifft, so bestehen die letzteren bei den Nadelhölzern im einfachsten, aber seltensten Falle nur aus Tracheiden (Beispiel: Eibenholz). Meist beteiligen sich auch kurze Parenchymzellen in Form des Holzparenchyms (Abb. 16 *A*, *a*) an ihrem Aufbau. Doch ist ihre Menge neben den weitaus überwiegenden Tracheiden gewöhnlich sehr gering. Erheblicher ist sie dort, wo, wie bei Fichte, Lärche,

Kiefer usw. interzellulare, denen der Markstrahlen gleich gebaute Harzgänge vorhanden sind, deren nächste Umgebung dann stets von Parenchymzellen gebildet wird.

In den Holzsträngen der Nadelhölzer sind, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, die Tracheiden in sehr regelmäßige radiale Reihen geordnet (Abb. 26). Im Frühholz der Jahresringe verhältnismäßig weit, dünnwandig, und im allgemeinen nur an den radialen, nach den Enden zu geschärften Seitenflächen mit großen Hoftüpfeln versehen, erhalten sie im Spätholz durch Verkürzung ihres radialen Durchmessers mehr und mehr abgeplattete Gestalt bei erheblicher Zunahme der Wanddicke und Auftreten behöfter Tüpfel auch auf den tangentialen Wandflächen. Mitunter sind Zwischenzellräume in Holzsträngen, Nadelhölzern vorhanden. So haben alle Arten, die interzellulare Harzgänge in einzelnen Markstrahlen führen, solche Gänge, von wesentlich gleichem Bau und Verhalten auch in den Holzsträngen (Abb. 28). Diese verlaufen in der Längsrichtung des Holzkörpers und treten, wo sie Markstrahlharzgänge kreuzen, mit diesen durch Lücken in den beiderseitigen Epithelien in offene Verbindung (s. Abb. 29 bei *e*). Nach Mayr (392) nehmen alle Markstrahlharzgänge in denen der Holzstränge, also alle »horizontalen« Harzgänge in »vertikalen« ihren Ursprung.

Bei den Harzgängen der Kiefer sind im Querschnitt des Harzganges zu unterscheiden [(317) und Abb. 27]:

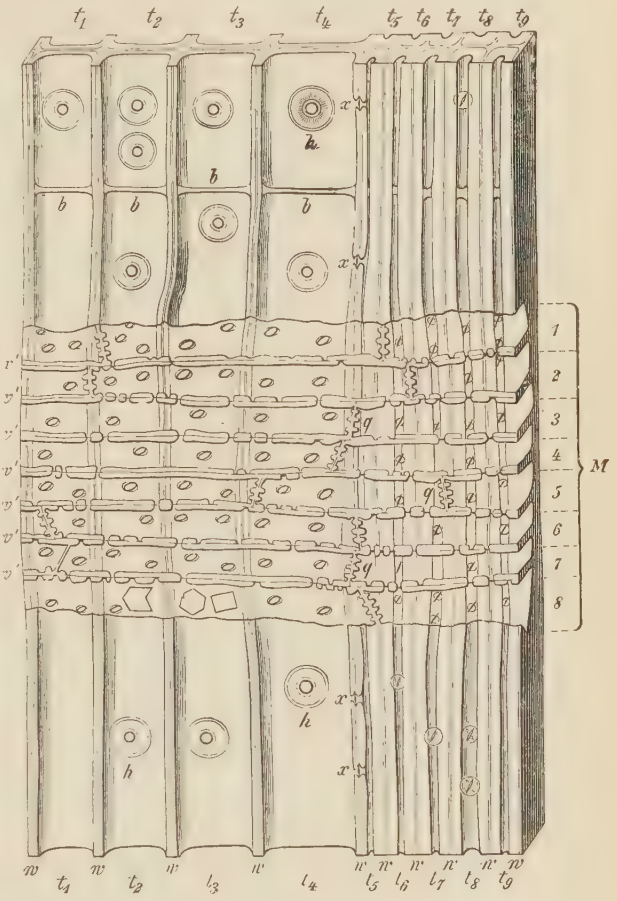


Abb. 24.

Radialschnittsansicht des Holzes der Weißtanne (*Abies pectinata*), 360/1. t_1—t_9 Holzstrangtracheiden, *w* deren angeschnittene tangentiale Längswände. Zwischen t_4 und t_5 Grenze zwischen Spätholz (rechts) und Frühholz (links). Bei *b* in allen dargestellten Tracheiden Querbalken, bei *h* und *x* Hoftüpfel. *M* ein Markstrahl mit acht durch die Wände *w'* gesonderten Zellreihen. Einige der den Zellen der einzelnen Reihen gemeinsamen Querwände sind mit *q* bezeichnet. In Reihe *8* Kristalle von Kalziumoxalat. (Nach Hempel und Wilhelm.)

1. Auskleidungs- oder Sekretionszellen: Diese sind zartwandig, blasenartig vorgewölbt, verschieden groß, im Längsschnitt wenig größer als im Querschnitt, sehr reich an Plasma und Reservestoffen und enthalten einen großen Kern. Die Wand ist an der Basis kurz verwachsen (etwa 6—12 μ), ohne Interzellularen. Die Peripherwand ist dicker als die der anderen Zellen und hat an den Ansatzstellen der Radialwände der Auskleidungszellen zwickelartige Verdickungen. Je nach der Menge des im Harzgange vorhandenen Balsams füllen die Auskleidungszellen den Harzgang vollständig oder teilweise aus. Das Zurückdrängen der Zellen kann bei sehr reichlichem Harzganginhalt so stark sein, daß das innere Lumen des Harzganges sehr groß und kreisförmig wird, die Auskleidungszellen bis auf ein 10 μ breites Band zusammengedrückt sind.

2. Scheidezellen: Diese umschließen die Auskleidungszellen teils vollständig, teils unvollständig scheidenförmig, sind radial abgeplattet, parenchymatisch, verholzt, frei von Plasma und Reservestoffen und gewöhnlich mit Luft gefüllt. Die Radialwände erscheinen gefaltet oder seitlich verschoben, im Längsschnitt sind sie ziemlich kurz, meist in kürzeren Abständen gekammert. Sie verwandigen Holztracheiden eingeschlossen. Die Menge der Harzgänge ist abhängig von der Breite der Jahresringe und der Schnellwüchsigkeit des Baumes. Schnell gewachsene Bäume sind harzreicher. Die Durchmessergröße der Harzgänge steht in direktem Verhältnis zu der der Tracheiden, d. h. sie umfaßt vier Tracheidenreihen, die im Inneren des Stammes kleiner sind als die des Splintholzes. Der

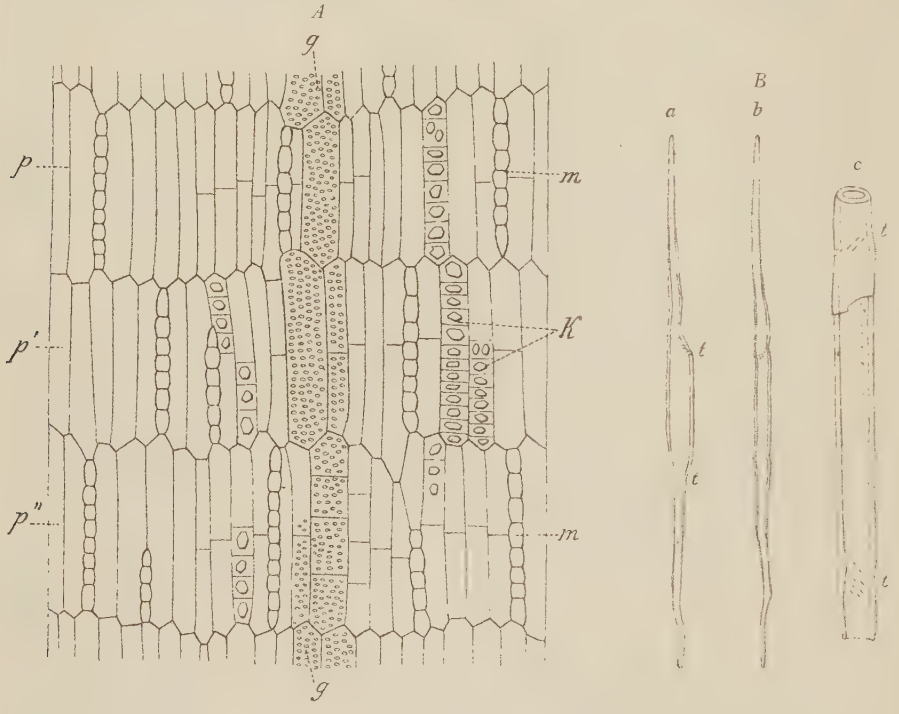


Abb. 25.

A Tangentialansicht aus dem Holz des Ambatsch (*Aeschynomene elaphroxylon*). 120/1. *p*, *p'*, *p''* Querreihen der Holzzellen, *g g* Gefäße, *k* Kristallschläuche, *m* Markstrahlen. *B* Sklerenchymfasern des Ambatschholzes (120/1), bei *a* auf einer im Stamme tangential, bei *b* auf einer im Stamme radial gestellten Seitenfläche gesehen; *c* Stück von *b*, stärker vergrößert (250/1) und der Länge nach angeschnitten, die Häufung der Tüpfel (bei *t*) an den Stellen des Überganges von dem breiten Mittelstück der Faser in die schmäleren Enden zeigend. (Nach Wilhelm.)

hindern den Stoffaustausch zwischen den Sekretionszellen und den Nachbargewebezellen.

3. Begleitzellen: Gewöhnliche Längsparenchymzellen, welche Auskleidungs- und Scheidenzellen ringförmig begleiten, teils abgestorben, zusammengedrückt, teils reich an Plasma und Reservestoffen (Fetttröpfchen und wenig Stärke), in oft sehr weiten Abständen gekammert mit unregelmäßig geformten Tüpfeln zu den Tracheiden.

Diese drei Arten Zellen sind von dick- Durchschnittsdurchmesser eines Harzganges beträgt 0,1 mm. Letztere sind im Verhältnis nicht sehr lang und verlaufen blind im Holz. Nach Mayr (391) beträgt deren Länge bei der Fichte bis zu 70 cm, nach Münch (317) bei 80—90 jährigen Kiefern 10—80 cm; Durchschnittslänge $^1/_2$ m, größte Länge bis mehr als 1 m. Neben diesen Längsgängen treten im Kiefernholze noch radial verlaufende, in der Mitte der Markstrahlen eingebettete, von Scheidezellen umgebene Quergänge auf. Diese entspringen den Längsgängen,

verlaufen bis zum Bast, verlängern sich entsprechend zunehmender Stammdicke und stehen mit diesen in offener Verbindung (391). Solche in Massen auftretenden Verbindungen kommen nicht nur mit sich zufällig kreuzenden Gängen zustande, sondern auch mit etwas abseits voneinander verlaufenden. Es suchen die Längsgänge die Quergänge; um sich mit ihnen zu vereinen, weichen sie von ihrem sonst gradlinigen Verlaufe ab und bekommen dadurch mitunter geschlängeltes Aussehen. Auch Gabelungen von Längsgängen können eintreten und massenhafte Verschmelzungen dieser untereinander, wodurch Längsgänge gleicher Radialebenen miteinander verbunden werden. Hierdurch entsteht in den verschiedenen Durchschnittsebenen ein zusammenhängendes Netz von Harzgängen, welche den ganzen Baum durchziehen.

Nach Verletzungen vermehren sich die Harzgänge um das Vielfache. Diese pathologischen Gänge unterscheiden sich kaum von den ursprünglichen nicht pathologischen. Entleerte Harzgänge füllen sich immer wieder durch Neubildungen von Balsam durch die Sekretionszellen.

In allen Nadelhölzern, die normalerweise Harzgänge führen, treten vereinzelt zuweilen auch abnorme interzellulare Harzbehälter als sog. Harzgallen auf. Es sind den Grenzen der Jahresringe parallele, im Durchschnitt flach linsenförmige, harzerfüllte Spalten, die das Ausmaß einer Hand erreichen können (392).

Auch in den bei normalem Bau harzgangfreien Nadelhölzern kann abnormerweise Harz in gangartigen Interzellularen auftreten (392).

Kleinere, nicht mit Harz erfüllte Zwischenzellräume finden sich in Holzsträngen von Nadelhölzern, in der Regel nur dort, wo das aus sehr dickwandigen, sich gegeneinander mehr oder weniger abrundenden Tracheiden bestehende »Rotholz« zur Ausbildung kam (393, 394).

Bei den Laubhölzern enthalten die Holzstränge (182) fast immer Gefäße, und diese sind gewöhnlich von Holzparenchym umgeben, zuweilen ansehnlichen Schichten aus solchem an- oder eingelagert (Abb. 32). Sie bilden hier stets die weitesten Elemente des Holzkörpers, der durch diese im Querschnitt ein sehr charakteristisches, von dem der Querschnittsfläche eines Nadelholzes deutlich und unverkennbar verschiedenes Aussehen erhält (vgl. Abb. 30).

Die Anordnung der Gefäße kann sehr verschieden sein. In vielen Fällen über den Querschnitt des Holzkörpers ziemlich

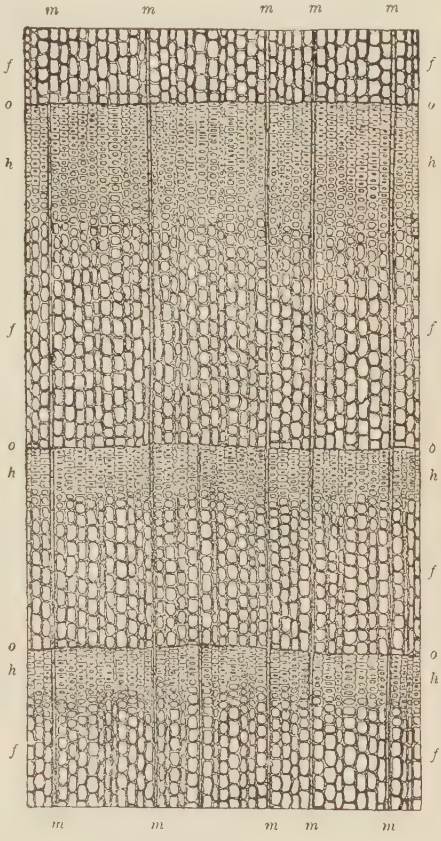


Abb. 26.
Querschnittsansicht des Holzes der Weißtanne (*Abies pectinata*), 35/1. *o o* Grenzen von Jahresringen. *f f* Frühholz. *h h* Spätholz. *m m* Markstrahlen. (Nach Hempel und Wilhelm.)

gleichmäßig verteilt, wie bei vielen Tropenhölzern, sind sie in anderen an bestimmten Stellen des Holzkörpers zahlreicher als an den übrigen. So enthält bei Hölzern mit Jahresringen das Frühholz dieser ausnahmslos die meisten, das Spätholz die wenigsten Gefäße. Neben dieser dort ganz allgemeinen Erscheinung kann die Verteilung der Gefäße im einzelnen noch allerlei Mannigfaltigkeiten aufweisen, je nachdem sie regellos zerstreut sind oder sich zu Reihen oder Gruppen zusam-

Bau und Anordnung der Harzgänge.

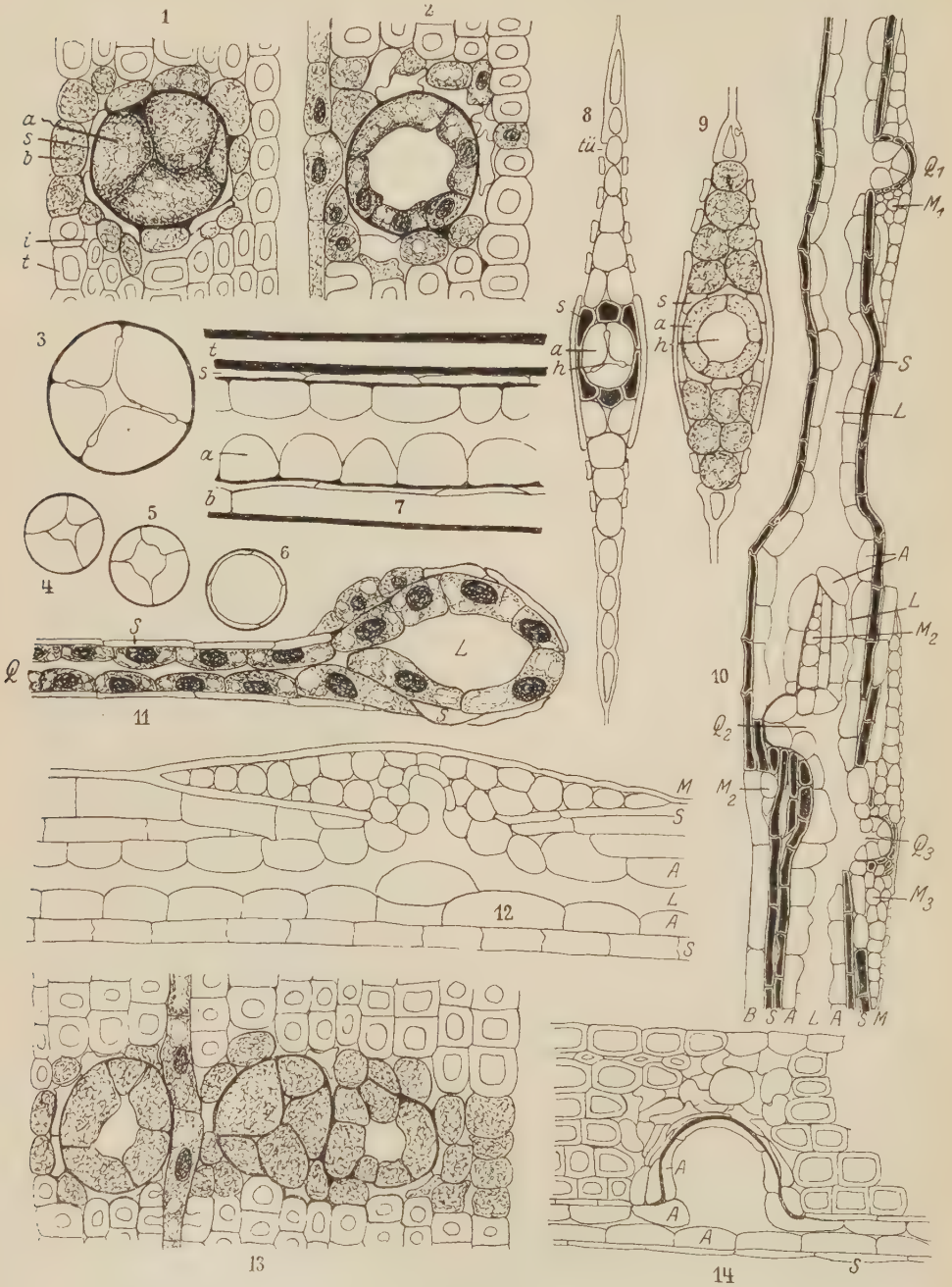


Abb. 27.

Harzgänge im Querschnitt. 1. Leerer Harzgang. 2. Dreiviertel gefüllter Harzgang. 3. Harzgang, bei dem die Verwachsung der Zellwände an der Basis benachbarter Auskleidungszellen erkennbar ist. 4—6. Verschieden stark gefüllte Harzgänge. *a* Auskleidungszellen. *s* Scheidezellen. *b* Begleitzellen. *i* Interzellularen. *t* Tracheiden. — 7. Harzlängsgang in medianem Längsschnitte. *t* Holztracheide. *b* Begleitzellen. *s* Scheidezellen. *a* Auskleidungszellen. — 8. und 9. Markstrahlen mit Harzquergängen (*h*) im Tangentialschnitte des Kiefernholzes. — 8. Geschlossener Harzgang (der Luftgehalt der Scheidezellen ist schwarz gezeichnet). — 9. Offener Harzgang. *a* Auskleidungszellen. *s* Scheidezellen. *tü* Tüpfel. — 10. 1½ mm langes Stück eines Harzlängsganges mit 3 offenen Harzgangkreuzungen. M_1, M_2, M_3 = Markstrahlen mit den Quergängen: Q_1, Q_2, Q_3. Der mittlere Markstrahl M_2 verläuft mitten durch den Längs-

menstellen, die dann oft selbst wieder in charakteristischer Weise zu radial oder tangential verlaufenden Zellen vereinigt sein können.

Die Weite der Gefäße ist, wie bereits früher erwähnt, bei verschiedenen Hölzern sehr ungleich und kann dies auch in dem nämlichen Holzkörper sein. Erfolgt bei Hölzern mit Jahresringen die schon früher berührte Abnahme des Durchmessers der Gefäße vom Frühzum Spätholz allmählich, wie z. B. im Holz der Rotbuche, der Kirsche, der Birne u. a., so spricht man von »zerstreutporigen« Hölzern (vgl. Abb. 30); geschieht sie mehr oder weniger plötzlich, indem auf eine den Jahresring beginnende Zone weiter Gefäße fast unvermittelt erheblich engere folgen (Abb. 32), so wird das Holz »ringporig« genannt, wie z. B. das sommergrüner Eichen, der Edelkastanie, Ulme, Esche, des Götterbaumes. Bei solchen Hölzern sind jene weiten Unterschiede oft sehr bedeutend. So betrug z. B. in einer Reihe von Fällen der mittlere Durchmesser der Gefäße:

	im Frühholz der Jahresringe	im Spätholz
bei	mm	mm
Eichenhölzern	0,20—0,30	0,02—0,03
Hickoryholz .	0,25	0,035
Ulmenholz . .	0,16	0,036
Eschenholz. .	0,14	0,064

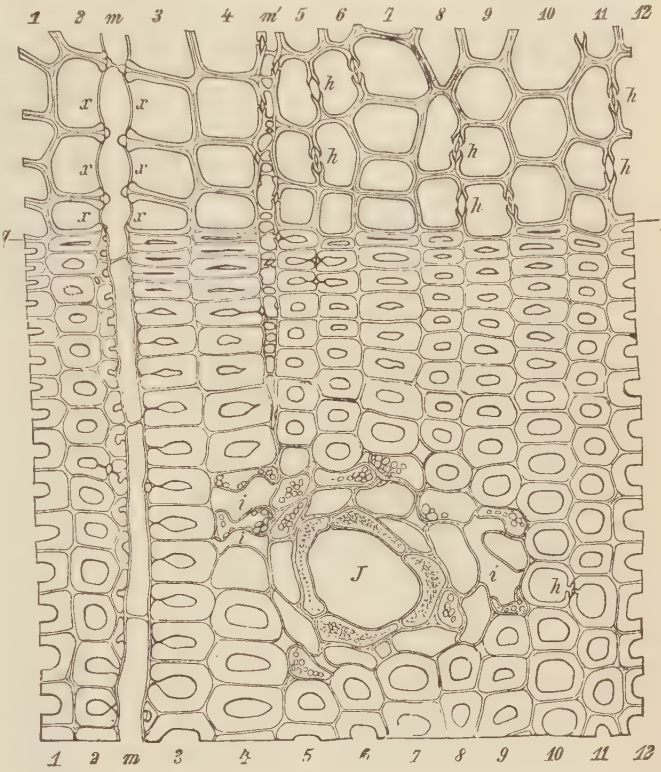


Abb. 28.
Querschnittsansicht des Holzes der Gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), 300:1. Bei *q q* grenzt das Spätholz eines Jahresringes an das Frühholz des folgenden. *J* quer durchschnittener Harzgang (nach Weglösung des Inhaltes durch Alkohol), von vier »Epithelzellen« und außerdem noch von dünnwandigen Parenchymzellen umgeben (durch teilweise Verschiebung und Trennung der letzteren infolge der Präparation sind die Lücken *i* entstanden). Die Zahlen *1—12* bezeichnen Reihen von großen, quer durchschnittenen Holzstrang-Tracheiden. *m*, *m'* Markstrahlen; *m'* in seinem aus Tracheiden, *m* in seinem aus Parenchymzellen bestehenden Teile vom Schnitt getroffen. bei *x* die Dünnwandigkeit dieser Zellen zeigend. *h* Hoftüpfelpaare. (Nach Hempel und Wilhelm.)

Die Hauptmasse der Holzstränge wird in der Regel von faserförmigen Zellen, »Holzfasern«, gebildet. Diese können ihrer Natur nach entweder Faser- tracheiden oder Sklerenchymfasern oder Parenchymfasern sein; in manchen Fällen ist es mangels unzweifelhafter Kriterien schwierig oder muß der Anschauung des jeweiligen Beobachters überlassen bleiben, die fraglichen, auch unter dem Namen »Holzprosenchym« zusammenge-

gang. Durch das Wachstum der Längsgangzellen ist der untere Teil dieses Markstrahles seitlich abgedrängt. Die Sekretionszellen dieses Querganges Q_2 sind vergrößert. *B* Begleitzellen. *S* Scheidezellen (der Luftinhalt ist schwarz gezeichnet). *A* Auskleidungszellen. *L* Lumen des Harzganges. Tangentialschnitt. — 11. Ein Harzquergang *Q* entspringt einem Harzlängsgange *L*. Querschnitt des Kiefernholzes. — 12. Offene Verbindungen der Harzlängs- und Quergänge im Tangentialschnitte des Kiefernholzes. *M* Markstrahlen mit Quergang. *S S* Scheidezellen des Längsganges. *A A* Auskleidungszellen. *L* Lumen des Harzganges. — 13. Infolge Verwundung durch Harznutzung entstandenes pathologisches Holzparenchym mit drei pathologischen Harzgängen, der mittlere ist entleert und mit den unregelmäßig angeordneten Auskleidungszellen ausgefüllt, die beiden anderen sind halbgefüllt. — 14. Offene Verbindung eines Harzlängsganges mit einem Markstrahlengange auf dem Querschnitte des Kiefernholzes. *a* Auskleidungszellen. *s* Scheidezellen. [Nach E. Münch (317) gez. W. v. Brehmer.]

faßten Elemente in eine jener Kategorien einzuordnen. Zudem kommen, wie bereits eingangs dargelegt, Übergänge von Fasertracheiden, wie von Parenchymfasern und selbst von Ersatzzellen zu echten Sklerenchymfasern vor (22, 56, 182, 337).

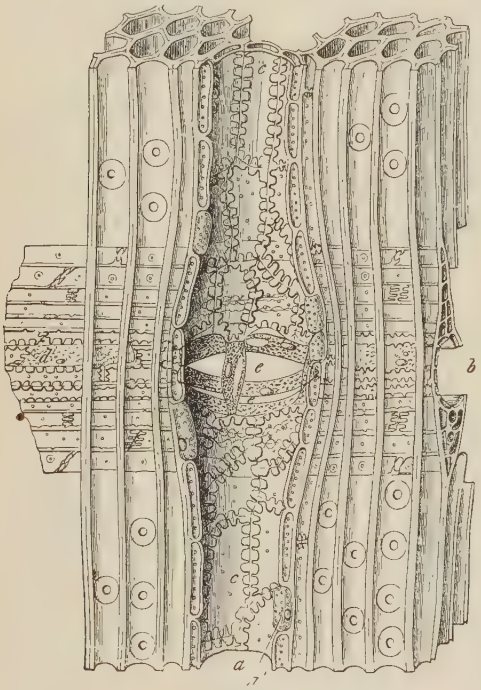


Abb. 29.

Radialschnittansicht aus dem Holz der Fichte (*Picea excelsa*), die Kreuzung eines Holzstrangharzganges *a* mit einem Markstrahlharzgange *b* zeigend. *c* Epithelzellen, hier vorwiegend dickwandig, einfach getüpfelt, doch an der Kreuzungsstelle *e* in beiden Harzgängen sehr zartwandig, inhaltsreich und zu weiten Interzellularräumen auseinanderweichend, welche die harzerfüllten Innenräume beider Gänge miteinander verbinden. Eine dünnwandige Epithelzelle auch bei *d'*. 250/1. (Nach R. Hartig.)

Das Holzparenchym und die Ersatzzellen finden sich ganz allgemein in der Umgebung der Gefäße, können auch, wie schon erwähnt, ansehnliche Gruppen oder tangentiale mehrreihige Zonen bilden, welche die Gefäße in sich aufnehmen oder denen die letzteren sich anlegen (Abb. 32). Aber auch unabhängig von diesen treten Parenchymzellen in einfachen tangentialen Reihen zwischen dickwandigen Fasern auf, so z. B. im Holz der Eichen, der Weißbuche, der Nuß- und der Hickorybäume (340, 387, 395).

Gefäßähnliche Tracheiden begleiten in der Regel die Gefäße, kommen aber auch mehr oder weniger unabhängig von diesen vor, so bei vielen Laubhölzern mit Jahres-

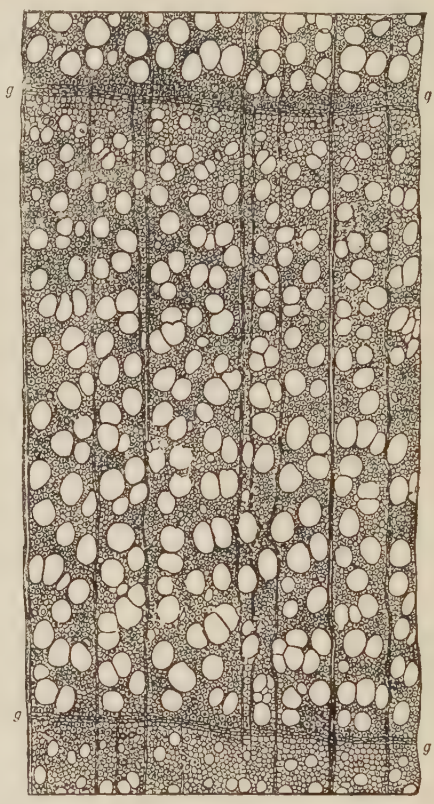


Abb. 30.

Querschnittsansicht des Holzes der Rotbuche (*Fagus silvatica*), 50/1, zwischen zwei breiten Markstrahlen. Bei *g* und *g'* Grenzen von Jahresringen. (Nach Hempel und Wilhelm.)

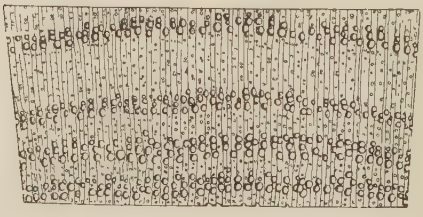


Abb. 31.

Querschnittsansicht des ringporigen Holzes der Esche (*Fraxinus excelsior*), 3 mal vergrößert. (Nach R. Hartig.)

ringen nur im äußersten Teile des Spätholzes, in der »Herbstgrenze« (z. B. Linde, Walnuß, Ahorn). Manchen Hölzern, so z. B. denen der mimosenartigen Pflanzen, der Weiden und Pappeln, der Feigenbäume, dem Holze der Roßkastanie fehlen sie ganz (39).

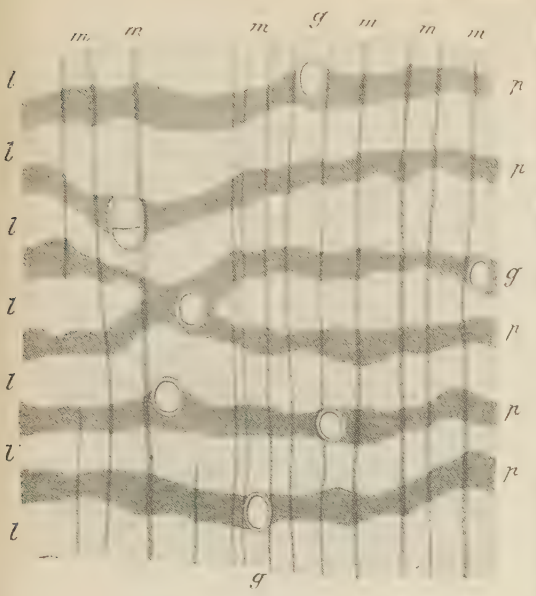


Abb. 32.
Querschnittsansicht des afrikanischen Cabanholzes, »Camwood« (*Baphia nitida*), 50/1, ohne Eintragung der Zellen. *p* Querstreifen von Holzparenchym, mit solchen dickwandigen »Libriforms« abwechselnd. *m* Markstrahlen. Bei *g* Gefäße. (Nach Wilhelm.)

Im Winter grenzen an das zartwandige Kambium die völlig ausgebildeten mehr oder weniger dickwandigen abgeplatteten Holzelemente direkt an. Der Übergang vollzieht sich also ganz plötzlich. Im Frühling, nach Aufnahme der Kambiumtätigkeit, entstehen zuerst die noch in Ausbildung begriffenen Jungholzzellen, dann die ausgewachsenen, aber noch nicht differenzierten Holzelemente, die sich später verdicken und dann das fertig ausgebildete Holz bilden. In diesem Falle geht also die Kambiumzone allmählich, ohne scharfe Grenze, ins Holz über. Man kann also auf Grund eines Querschnitts feststellen, ob ein Baum im Sommer oder im Winter gefällt ist und nach der Ausbildung des äußersten Jahresringes, ob der Baum im Frühjahr, Sommer oder Herbst geschlagen wurde.

IV. Die äußere Struktur der Hölzer.

Was vom Bau des Holzkörpers auf dessen glatten Quer- und Längsschnittflächen mit freiem Auge oder mit Zuhilfenahme einer Lupe wahrgenommen werden kann, bildet die »äußere Struktur« des Holzes. Je weniger auffällig diese ist, je gleichmäßiger und glatter das Holz auf seinen Schnittflächen erscheint, um so »feiner«, »feinfasriger« oder »feinkörniger« wird es im allgemeinen genannt werden.

Über die monokotylen Hölzer ist dem früher Gesagten hinzuzufügen, daß die hier isoliert bleibenden meist von mächtigen Sklerenchymschichten begleiteten Gefäßbündel im Längsschnitt als Längsstreifen erscheinen, die sich vom Grundgewebe durch dunklere Färbung abheben und so eine oft sehr auffällige und zierliche Zeichnung des Holzkörpers hervorrufen. In den Bündeln lassen sich zuweilen schon mit freiem Auge deutliche Poren bzw. Rinnen erkennen, den hier vorhandenen Gefäßen entsprechend (39).

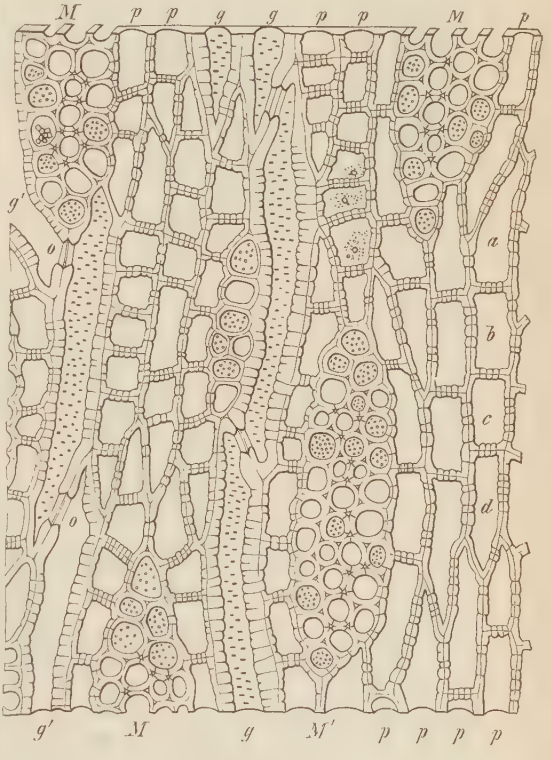


Abb. 33.
Tangentialschnittsansicht aus dem Holz der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*), nahe der Spätholzgrenze eines Jahresringes, 250/1. *M*, *M'* mehrschichtige Markstrahlen. *p* Holzparenchym, aus Reihen kurzer Parenchymzellen wie *a*, *b*, *c*, *d* (rechts) bestehend. *g*, *g'* Gefäße, hier auffallend dickwandig, mit schräggestellten, aber einfach durchbrochenen Querwänden *o* (aufeinanderpassenden Endflächen der Gefäßglieder). Alle Parenchymzellen einfach getüpfelt, in den Längswänden der Gefäße winzige Hoftüpfel, hier nur durch die Tüpfelporen angedeutet. (Nach Wilhelm.)

Unter den äußeren Merkmalen der Laub- und Nadelhölzer spielt das Mark die geringste Rolle, schon darum, weil es ja nur dann sichtbar wird, wenn der innerste Teil eines Holzkörpers mit zur Betrachtung gelangt. In der Wurzel ist Mark in anatomischem Sinn überhaupt nicht vorhanden, im Stamm zeichnet es

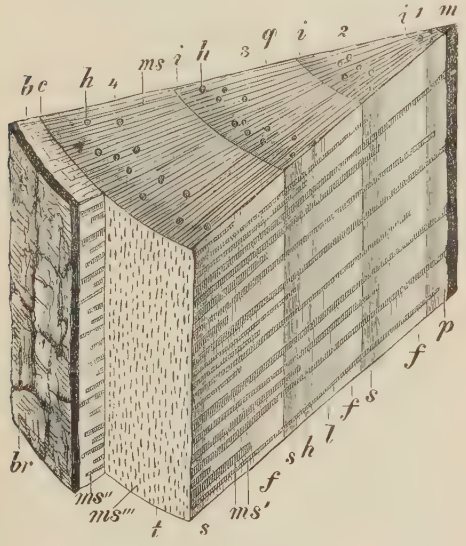


Abb. 34.

Keilstück aus einem 4jährigen Stamme der Gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), 6/1. *q* Querschnittfläche. *l*, *t* Flächen des radialen, beziehentlich tangentialen Längsschnittes. *m* Mark. *ms*, *ms'*, *ms''*, *ms'''* Markstrahlen. *i* Grenzen der Jahresringe *1*, *2*, *3*, *4*; in diesen Harzgänge *h*, Frühholz *f* und Spätholz *s*. *c* Kambium. *b* lebende Rinde. *br* Borke. *p* primäre Holzteile. (Nach Strasburger.)

sich vor dem übrigen Holzkörper meist durch weichere Beschaffenheit aus und zeigt gewöhnlich rundliche, zuweilen auch dreiseitige (Erle), fünfeckige (Eiche, Edelkastanie) bis fünfstrahlige Querschnittsform (Pappel). Diese Verschiedenheiten sind aber in älteren Stämmen wenig auffällig.

Die Dicke oder Stärke des Markes, bei einer und derselben Holzart innerhalb enger Grenzen konstant, zeigt erhebliche Unterschiede. Sie erreicht z. B. beim Eschenholz: 4 mm, beim Holze der Zirbe: 6 mm, bei dem des Gemeinen Holunders (*Sambucus*): 10 mm, beim Sappanholz: 12 mm. Andererseits ist sie im Birkenholz sehr gering, im Holz der Lärche, der Wacholderarten, der Lebensbäume u. a. für das freie Auge verschwindend klein. Bei den meisten Hölzern beträgt der Durchmesser des Markes: 1—2 mm.

Bei den Juglansarten erscheint das Mark im Längsschnitt quergefächert, im Holz der Heckenkirschen meist ausgehöhlt. Über den feineren Bau des Markes vgl. Kaßner (396), Solereder (56) und bezüglich der Ausmaße, der Form und Färbung des Markes verschiedener Hölzer: Nördlinger (3, 397, 398).

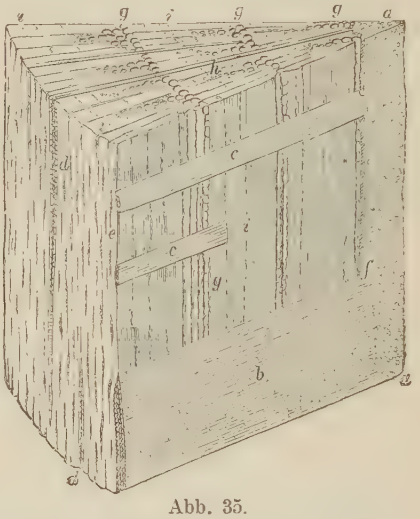


Abb. 35.

Keilförmiger Ausschnitt aus dem Holzkörper eines 3jährigen Eichenstämmchens, etwa 8mal vergrößert. *a* Mark. *b*, *d* große, *c*, *e* kleine Markstrahlen in der Radial- bzw. Tangentialansicht. *g* Querzonen der Frühholzgefäße (»Ringporen«), auf der Hirnfläche und im Radialschnitt. *h* Gruppen der engen Gefäße. *i i* Querreihen von Holzparenchym. *f* Innerste, zuerst entstandene Gefäße mit streifenförmiger Wandverdickung. (Aus R. Hartig, »Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen«.)

Ungleich wichtiger für die Charakterisierung der Hölzer als das Mark selbst sind die Markstrahlen. Ihre Sichtbarkeit oder Unsichtbarkeit mit freiem Auge — selbstverständlich eine Folge ihrer Ausmaße — bietet beachtenswerte Merkmale. Auf der Querschnitt- oder Hirnfläche des Holzkörpers bilden sie ununterbrochen von innen nach außen verlaufende Radialstreifen, im tangentialen Längsschnitt längere oder kürzere, spindel- oder strichförmige Längsstreifen, im Radialschnitt als »Spiegel« breitere oder schmälere Querstreifen oder auch unregelmäßig gestaltete Flecken und Bänder (vgl. Abb. 34, 35). Je breiter und höher ein Markstrahl ist, um so deutlicher wird er in jeder Ansicht des Holzkörpers schon mit

unbewaffnetem Auge zu sehen sein. Sind Markstrahlen erst mit der Lupe wahrnehmbar, so kann man sie unkenntlich nennen. Maßgebend für die Kenntlichkeit oder Unkenntlichkeit eines Markstrahles ist die Querschnittsansicht des Holzkörpers. Hier sichtbare Markstrahlen können auf der tangentialen Schnittfläche unkenntlich sein. Die letztere zeigt mitunter eine feine, wellige Querstreifung infolge sehr gleichmäßiger Ausbildung der Markstrahlen und der Anordnung dieser in regelmäßige Etagen. So bei vielen Tropenhölzern mit »stockwerkartigem Aufbau«, z. B. dem roten Sandelholz, dem Guayakholz, dem Quassiaholz aus Jamaika. Im radialen Längsschnitt, auf der »Spiegelfläche« des Holzes, sind die Markstrahlen fast immer mehr oder weniger auffällig, auch dann, wenn sie auf der Hirnfläche unkenntlich bleiben.

Gewöhnlich sind die Markstrahlen eines und desselben Holzkörpers ungleich groß und dann können nur die größeren oder größten mit freiem Auge sichtbar, die übrigen unkenntlich sein. So z. B. beim Holz der Rotbuche und der Eichenarten, wo neben breiten und hohen, auf allen drei Hauptansichten des Holzkörpers auffälligst hervortretenden Markstrahlen noch zahlreichere kleine, nur mit der Lupe wahrnehmbare, vorhanden sind (vgl. Abb. 35). In sehr vielen Hölzern, beispielsweise in denen der Nadelbäume, der Weiden, im Buchsholze u. a., sind auch die größeren Markstrahlen unkenntlich. Die geringsten Größenunterschiede zeigen die in Etagen geordneten (einzeln stets unkenntlichen) Markstrahlen.

Sehr ansehnliche Markstrahlen, bis 1,00 mm breit und mehrere Zentimeter hoch, besitzen die Eichenhölzer (vgl. Abb. 35). Die bis 0,1 mm breiten Markstrahlen bei Götterbaum, Platane, Gleditschie u. a. sind auf der Querschnittsfläche der betreffenden Hölzer sehr deutlich, die etwa 0,05 mm breiten bei Bergahorn, Zwetschge, Vogelkirsche u. a. noch mehr oder weniger kenntlich, die nur 0,025 mm breiten vieler Nadelhölzer, des Fliederholzes u. a. unkenntlich. Die geringste Breite, nur 0,015 mm, fand Nördlinger (182, 397) bei den Markstrahlen des Buchsbaumes, Spindelbaumes, der Rainweide, Roßkastanie. Diesen reihen sich viele Tropenhölzer an.

Je schmäler die Markstrahlen, um so mehr von ihnen werden auf der Hirnfläche des Holzkörpers Platz finden. Hier betrug nach Nördlinger die Anzahl der Markstrahlen auf 5 mm Breite bei:

Waldrebe	10	Stieleiche	64
Schotendorn	20	Schwarzerle . . .	78
Bergahorn	33	Spindelbaum . . .	105
Fichte	44	Große Alpenrose	140

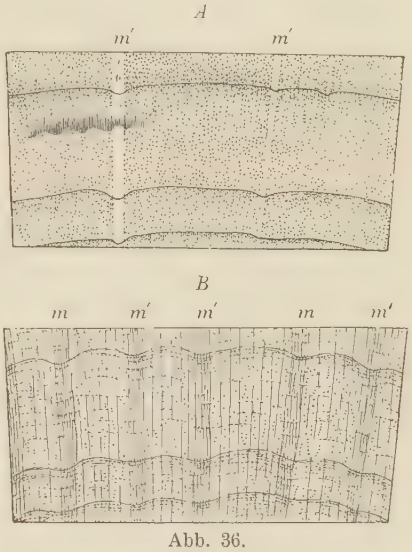


Abb. 36.
Unechte breite Markstrahlen (*m′*) in der Querschnittsansicht des Holzes der Schwarzerle (*Alnus glutinosa, A*), und der Weißbuche (*Carpinus betulus, B*). 3/1. (Nach R. Hartig.)

Bei manchen Hölzern mit unkenntlichen Markstrahlen liegen diese stellenweise so dicht nebeneinander, daß das freie Auge je einen breiten Markstrahl zu erblicken meint. Unter der Lupe löst sich dieser aber sofort in eine Mehrzahl schmaler, dicht zusammengedrängter auf (vgl. Abb. 36). Solche »unechte« oder »falsche« breite Markstrahlen zeigt das Holz der echten Erle, der Weißbuche, der Hasel. Sie treten auf dem Querschnitte in der Regel weniger scharf hervor als echte. Ihre Höhe kann mehrere Zentimeter betragen, so daß sie im Tangentialschnitt Längsstreifen, im Radialschnitt »Spiegel« von ansehnlicher Ausdehnung — bei der Schwarzerle bis über 10 cm Höhe — zu bilden vermögen.

Als »Markflecke« oder »Zellgänge« bezeichnet man bei Laubhölzern, z. B. Birke, Erle, Sorbus, scharf begrenzte,

braune, oft mondsichelförmige schmale Fleckchen, bzw. Streifen, die sich von ihrer Umgebung durch abweichende Färbung meist auffallend unterscheiden (vgl. Abb. 37). Es sind, wie Kienitz (399)

Abb. 37.

Querschnittsansicht (3/1) des Holzes der gemeinen Birke (*Betula verrucosa*), mit Markfleckchen. (Nach R. Hartig.)

wenigstens für eine Reihe von Fällen gezeigt hat, durch sogenanntes Wundparenchym nachträglich ausgefüllte Fraßgänge der Fliegenlarve *Agromyca carbonaria*

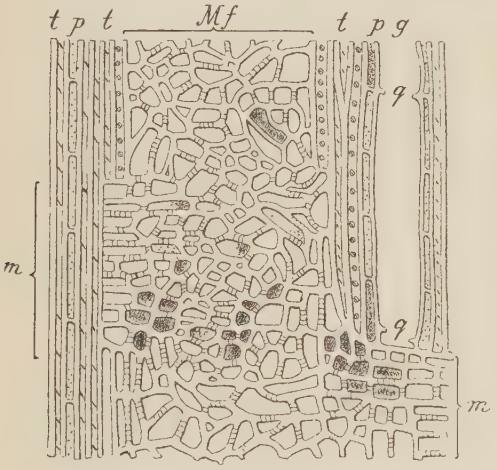


Abb. 38.

Markfleck (»Zellgang«, *Mf*) im radialen Längsschnitt des Holzes eines Weißdorns (*Crataegus spec.*), 100mal vergrößert. Das normale Holzgewebe etwas schematisiert. *qq* einfach durchbrochene Enden von Gliedern des Gefäßes *g*. *t* Tracheiden. *p* Holzparenchym. *m* Teile angeschnittener Markstrahlen. (Nach Wilhelm.)

Zett. (402), die sich bei den betreffenden Holzarten in den jüngsten, in der Heranbildung aus dem Kambium begriffenen Teilen des Holzkörpers aufhält, diesen seiner Länge nach in gerader oder schräger Richtung durchwandernd (400, 401). Solche Markflecke in je nach den befallenen Individuen wechselnder Häufigkeit und in der Regel nur im unteren und bei älteren Bäumen inneren Stammteile, zuweilen aber noch in 10 und mehr Meter Höhe, zeigt vor allem das Holz der Birken, Erlen, Weide und Apfelfrüchtler, dann auch das der Hasel, des Feldahorns, mancher Pappel- und Prunusarten. Den Bau eines solchen »Zellganges« stellt Abb. 38 dar.

Eine weitere Art von »Markflecken« besteht im Holz nach Haberlandt (337) aus unregelmäßig polyedrischen Zellen mit getüpfelten Wänden, die mit Stärke und Gerbstoff gefüllt sind. De Bary bezeichnet sie als »lokale Hypertrophien der Markstrahlen«. Ob diese als pathologische Neubildungen zu betrachten sind oder als Sekret- bzw. Exkretbehälter, ist ungewiß. Im Koniferenholz entstehen in ihnen oft »hysterogene Harzgänge«.

Die Holzstränge, deren Gesamtheit man auch als die von den Markstrahlen durchzogene Grundmasse des Holzkörpers bezeichnen könnte, zeigen in vielen Fällen ein charakteristisches Aussehen, das stets durch ihren inneren Bau bedingt ist. Für ihre äußere Erscheinung zunächst maßgebend ist das Vorhandensein oder Fehlen der Gefäße. Diese stellen im Querschnitte bis 0,5 mm weite Poren und auf Längsflächen gerade oder geschlängelte, gröbere oder feinere Furchen dar, die im letzteren Falle den Holzkörper hier wie mit feinen Nadeln angeritzt, »nadelrissig« erscheinen lassen. Sie kommen bei fast allen Laubhölzern vor, fehlen aber sämtlichen Nadelhölzern. Bei den Laubhölzern sind sie entweder von annähernd gleicher, für die Arten innerhalb gewisser Grenzen konstanter Weite, oder, wie fast immer bei den Laubhölzern mit Jahresringen, im Frühholz weiter als im übrigen Teil des Jahresringes, der dann im Spätholz die engsten Gefäße enthält. In beiden Fällen können die einzelnen Gefäße gleichmäßig verteilt oder in Reihen oder Gruppen zusammengestellt sein.

Für die Laubhölzer bietet die Sichtbarkeit oder Unsichtbarkeit der Gefäße auf der Querschnittfläche — die aber mit scharfem Instrument sorgfältig und glatt hergestellt sein muß — ein gutes Kennzeichen. In manchen Fällen schon mit freiem Auge als deutliche Poren zu erken-

nen, wie z. B. im roten Sandelholz, bei Mahagoni und Palisander, im Holz des Nußbaumes, sind sie in anderen Hölzern kaum mit der Lupe als solche zu unterscheiden (Beispiele: Spindelbaum, Buchsbaum, Beinholz, Baumheide). Durchschnittlich werden Gefäße, deren Weite unter 0,1 mm sinkt, auf dem Querschnitt des Holzkörpers für das freie Auge unkenntlich werden und bei weniger als 0,02 mm Weite auch mit der Lupe kaum mehr als Poren wahrzunehmen sein.

Bei ungleicher Weite der Gefäße sind häufig nur die weiteren, oder weitesten mit freiem Auge als deutliche Poren zu erkennen. So namentlich bei den »ringporigen« Hölzern der sommergrünen Eichen, der Edelkastanie, der Esche, der Ulme.

Wo die Gefäße in Reihen oder Gruppen geordnet sind, heben sie sich gewöhnlich mit hellerer Färbung von ihrer Umgebung ab und können dann charakteristische Zeichnungen des Holzkörpers veranlassen. Zeigt der letztere aus dieser Ursache auf dem Querschnitt radial verlaufende, mehr oder weniger geschlängelte Streifchen, so nennt man ihn »geflammt«. (Immergrüne Eichen, Steinlinde, Kreuzdorn, siehe Abb. 39.) Bei ringporigen Hölzern, wie z. B. denen der sommergrünen Eichen, der Edelkastanie, der Ulmen u. a. sind solche Zeichnungen der Querschnittfläche, als Folge besonderer Anordnung der engen Gefäße, oft sehr auffällig (vgl. Abb. 40).

Sind weite Gefäße durch sogenannte »Füllzellen« oder Thyllen verstopft, so können sie im Querschnitt für das freie Auge solide helle Pünktchen bilden, wie solche, z. B. das Holz des Schotendornes (*Robinia*) in allen älteren Jahresringen zeigt. Nur der jeweilig jüngste, der Rinde zunächst befindliche Jahresring, läßt hier noch offene Poren erkennen. Aus der gleichen Ursache erscheint das »Letternholz« auch unter der Lupe kaum porös. Eine ähnliche Wirkung kann die vollständige Erfüllung der Gefäße mit Kernstoffen herbeiführen, wofür zahlreiche Tropenhölzer, so das Veilchenholz, schwarze Ebenholz, Grenadilleholz, Kokosholz und andere, Beispiele bieten. Über das Vorkommen von Thyllen in amerikanischen Hölzern siehe Gerry (480).

Das Vorhandensein dünnwandiger Füllzellen in weiten Gefäßen verrät sich auf Längsschnittflächen des Holzkörpers zuweilen durch einen irisierenden Glanz der von jenen Gefäßen gebildeten Rinnen.

Abb. 39.
Querschnittsansicht des »geflammten« Holzes vom Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), 3/1. (Nach R. Hartig.)

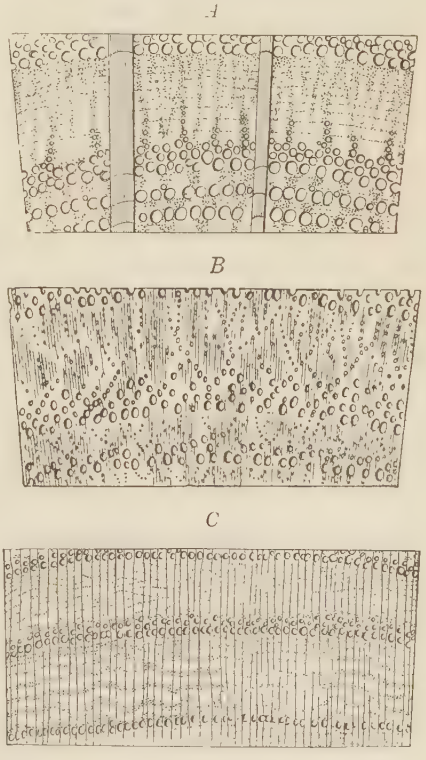


Abb. 40.
Querschnittsansichten ringporiger Laubhölzer mit auffälligen Zeichnungen, und zwar: *A* von der Stieleiche (*Quercus pedunculata*), *B* von der Edelkastanie (*Castanea vesca*), *C* von der Ulme (*Ulmus*), 3/1. (Nach R. Hartig.)

Von auffälliger Färbung des Inhaltes der Gefäße mancher Hölzer wird später die Rede sein.

Neben den nur bei Laubhölzern vorhandenen Gefäßen vermögen aber auch andere Formelemente der Holzstränge die

äußere Erscheinung des Holzkörpers zu beeinflussen. So beruhen manche, besonders bei tropischen Laubhölzern auffallende Tüpfelungen und Streifungen auf Wechsellagerung von Zellen mit ungleich dicken Wänden, und es sind dann in der Regel die dünnwandigen Elemente, welche die helleren, oft an Gefäße sich anschließenden Stellen bilden (vgl. Abb. 41). Da

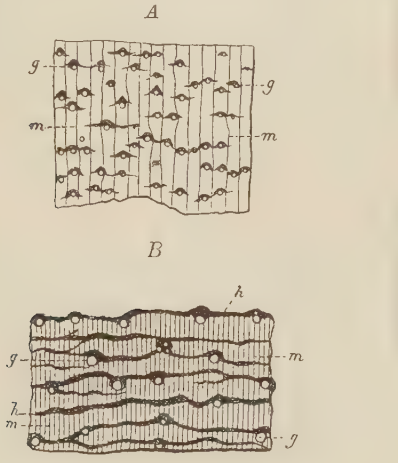


Abb. 41.

Querschnittsansichten von auffällig gezeichneten Laubhölzern (Lupenbilder). *A* aus dem Amarantholz (*Copaifera bracteata*); jedes Gefäß (*g*) außen von einem kurzen Parenchymband umsäumt. *B* aus dem roten Sandelholz (*Pterocarpus santalinus*). Die Gefäße *g* liegen an langen Parenchymbändern *h*. Alle Parenchymschichten dunkel gehalten. *m m* Markstrahlen. (Nach Wiesner.)

die Gefäße häufig von dünnwandigem Gewebe umgeben sind, können helle Pünktchen der Querschnittfläche die Lage der ersteren dem freien Auge auch dort verraten, wo diese wegen allzu großer Feinheit oder infolge unvollkommener Herstellung der Querschnittfläche nicht als Poren erkennbar sind. An den bereits erwähnten bemerkenswerten Zeichnungen des Holzkörpers, die durch besondere Anordnung enger Gefäße verursacht sind (vgl. Abb. 39, 40), nehmen meist auch dünnwandige, jene begleitende Gewebeelemente (Parenchymzellen, Tracheiden) teil. Selbst Strukturen stehen jedoch nicht immer in Beziehung zu den Gefäßen. So ist z. B. die feine Querstreifung im äußeren Teil der Jahresringe bei Eiche, Weißbuche, Hickory, Nußbaum u. a. durch das Auftreten einfacher Reihen dünnwandigen Holzparenchyms in Schichten dickwandiger Fasern hervorgerufen (vgl. Abb. 42).

In den wenigen Fällen, in welchen bei Nadelhölzern die Holzstränge eine »äußere Struktur« zeigen, bestehend in feinen, namentlich im Spätholze vorhandenen Pünktchen bzw. Streifchen, ist gleichfalls abweichende Beschaffenheit des Gewebes an den betreffenden Stellen der Quer- oder der Längsschnittfläche die Ursache. In

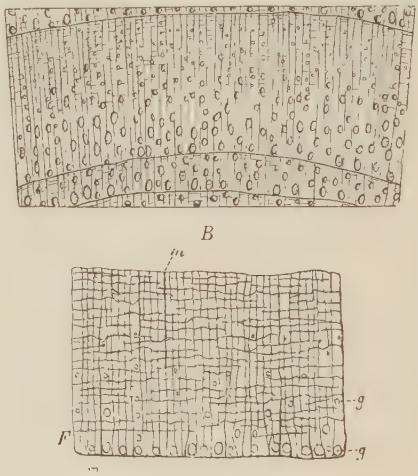


Abb. 42.

Querschnittsansichten von auffällig gezeichneten Laubhölzern (Lupenbilder). *A* aus dem Holz des Nußbaumes (*Juglans regia*). *B* aus dem Holz der weißen Hickorynuß (*Carya alba*). *g g* Gefäße, *m m* Markstrahlen. Die Querstreifen in *A* und *B* entsprechen Parenchymzonen, die keine Beziehung zu den Gefäßen zeigen. In *B* bei *F* Frühholz. (*A* nach R. Hartig, *B* nach Wiesner.)

diesen Stellen liegen in der Längsrichtung des Holzkörpers verlaufende Harzgänge. Wo diese von dünnwandigem Gewebe begleitet sind, wie in den Kiefernhölzern (Abb. 28), ist die Erscheinung am auffälligsten (vgl. Abb. 34 bei *h*).

Bei manchen tropischen Laubbäumen werden feine Querstreifungen der tangentialen Längsschnittfläche des Holzkörpers durch stockwerkartigen Aufbau der Holzstränge und damit verbundene etagenförmige Anordnung dünner Zellen (Tüpfel) in den Wänden der Holzzellen veranlaßt, so z. B. bei *Tamarindus indica* und *Sapindus senegalensis* (106).

In den Hölzern mit Jahresringen kann der Grad der Deutlichkeit dieser ihrer Form und die Art ihrer Abgrenzung zur Charakterisierung beitragen.

Die deutlichsten Jahresringe zeigen die Nadelhölzer, weil hier der Dichtenunterschied zwischen dem Früh- und dem Spät-

holz den höchsten Grad erreicht und das letztere meist mehr oder weniger dunkle oft beiderseits stark abgegrenzte Zonen bildet (Holz der zweinadeligen Kiefern, der Lärche, der Douglastanne, vgl. Abb. 4, 26, 28).

Bei den Laubhölzern mit Jahresringen ist die Verschiedenheit zwischen Frühholz und Spätholz im allgemeinen geringer und meist auf die Abplattung der Zellen in den äußeren Schichten des letzteren beschränkt, wozu sich die Abnahme der Gefäße an Zahl und Weite gesellt (vgl. Abb. 33, 30). Damit ist auch der Ringbau weniger auffällig, in manchen Fällen undeutlich, »verwischt« (Holz der Baumheide, des Buchsbaumes). Bei den ringporigen Hölzern wird die Deutlichkeit der Jahresringe durch die Porosität des Frühholzes erheblich erhöht (vgl. Abb. 31, 40).

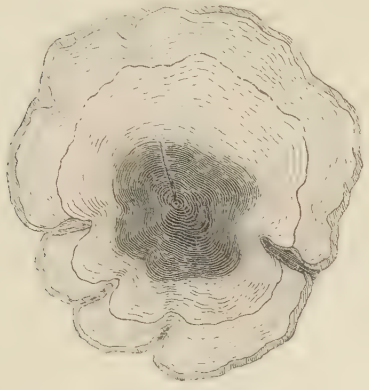


Abb. 43.
Stammscheibe des Virginischen Wacholders (*Juniperus virginiana*), mit wellenförmigen Jahresringen. Der dunkle Teil entspricht dem Kernholz. Stark verkleinert. (Nach Wilhelm.)

Die Jahresringe sind entweder gleichmäßig gerundet (Stammholz der tannenartigen Nadelhölzer) oder spitz- bis rundwellig, dieses z. B. bei vielen zypressenartigen Nadelhölzern (Abb. 43), beim Weißbuchenholz, jenes bei den Hickoryhölzern. Das Holz der Rotbuche zeigt die Jahresringe zwischen den breiten Markstrahlen etwas vorgewölbt (Abb. 44).

In »gemaserten« Hölzern, in denen der normale Verlauf der Holzstränge oft weitgehend gestört ist, indem diese zu wiederholtem seitlichen Ausbiegen um die radial gelegenen Anlagen unentwickelter Seitenzweige genötigt sind, erreicht die Wellenform der Jahresringe im Querschnitt des Holzkörpers den höchsten Grad. Solche Hölzer zeigen aus obigem Grunde auch im Längsschnitt, namentlich im tangentialen, oft eine sehr auffällige und zierliche Struktur, die sie zu Zwecken der Kunsttischlerei sehr geschätzt macht.

Die ungleiche Breite der Jahresringe, in hohem Maße abhängig von äußeren, das Wachstum des Holzkörpers beeinflussenden Umständen, kann kein Kennzeichen abgeben. Im allgemeinen haben Wurzel- und Astholz schmalere Ringe als Stammholz.

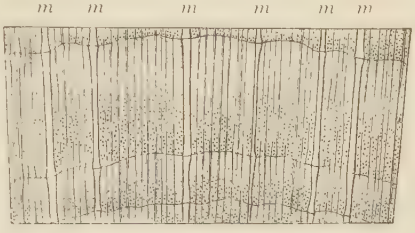


Abb. 44.
Querschnittsansicht des Holzes der Rotbuche (*Fagus silvatica*), 3/1. *m* breite Markstrahlen; zwischen diesen erscheinen die Grenzen der Jahresringe etwas vorgewölbt.
(Nach R. Hartig.)

V. Die chemische Charakteristik der Hölzer.

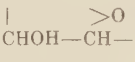
Übersieht man die Aschenanalysen der einzelnen Gewächse, so erkennt man, daß neben den die organischen Bestandteile des Holzes liefernden Elementen auch eine große Anzahl anderer Elemente, Ca, Mg, K, Na, S usw. vorhanden sind. An organischen Stoffen findet man die allen Pflanzengeweben eigenen Bestandteile: Zucker, Stärke, andere Kohlenhydrate, Gummi, Gerbstoffe, Harze, Farbstoffe, org. Stickstoffverbindungen, Oxalate, Glukoside, Pflanzensäuren, Bitterstoffe, äth. Öle, Riechstoffe usw.

Die elementare Zusammensetzung einiger einheimischer Hölzer und deren Aschengehalt ist aus nachstehender Zusammenstellung nach E. Gottlieb (1) ersichtlich, wobei auch die Zellulose berücksichtigt ist, um als Vergleich dienen zu können. Die Zahlen beziehen sich auf bei 110—115° getrocknete Holzproben aus verschiedenen Teilen der Bäume.

Holzart	Mittel aus	C %	H %	N %	O %	Asche %
Eiche . . .	8 Analysen	50,16	6,02	—	43,45	0,37
Esche . . .	4 „	49,18	6,27	—	43,98	0,57
Hagebuche	11 „	48,99	6,20	—	44,31	0,50
Buche . . .	6 „	49,06	6,11	0,09	44,17	0,57
Birke . . .	2 „	48,88	6,06	0,10	44,67	0,29
Tanne . . .	2 „	50,36	5,92	0,05	43,39	0,28
Fichte . . .	2 „	50,31	6,20	0,04	43,08	0,37
Zellulose .	berechnet für $C_6H_{10}O_5$	44,42	6,22	—	49,36	—

Die Hauptbestandteile des Holzes sind die Zellulosen und das Lignin. Das Wort Zellulose ist von Payen geprägt (2). Die meisten Pflanzenmembranen oder besser Zellmembranen bestehen aus Zellulose, jedoch darf man den Begriff nicht zu sehr ausdehnen, vielmehr hat E. Schulze (3, 4) vorgeschlagen, solche Zellwandteile mit Zellulose zu bezeichnen, die gegen heiße, aber verdünnte Mineralsäuren nicht reagieren, sich in Kupferoxydammoniak lösen, durch Jodjodkaliumlösung und Schwefelsäure blau gefärbt werden usw. Werden sie durch verdünnte Säuren unter Zuckerbildung leicht gelöst, so spricht man von Hemizellulosen. Vorschläge über die Einteilung der Zellulosen sind noch gegeben von Tollens (5), der von Zellulosen, hydratisierten Zellulosen, Zellulosen mit Karboxylgruppen und Zellulosen mit Aldehyd- und Ketogruppen spricht. Ferner sind die Ermittlungen von Wolffenstein und Bumcke (6), Cross und Bevan (7) und von Schwalbe (8) zu erwähnen. Letzterer unterscheidet nach dem Reduktionsvermögen und nach der Aufnahmefähigkeit von basischen Farbstoffen. Danach werden von Zellulosen und Hydraten, die nur ein geringes Reduktionsvermögen besitzen, nur wenig basische Farbstoffe aufgenommen. Ein etwas stärkeres Reduktionsvermögen zeigen die Hydrozellulosen, die sich in ihrer Färbbarkeit nur wenig oder gar nicht von der ersten Gruppe unterscheiden. Die Oxyzellulosen besitzen sehr starkes Reduktions- und zugleich Färbungsvermögen. Cross und Bevan (7) unterscheiden bei der Zellulose des Holzes zwischem einem gegen hydrolysierende und oxydierende Agenzien resistenteren und einem weniger widerstandsfähigen Anteil: α- und β-Zellulose. Behandelt man Holz in genügend zerkleinertem Zustande mit geeigneten Oxydationsmitteln oder setzt es oberhalb 100° der Einwirkung von wässrigen Lösungen saurer schwefligsaurer Salze aus oder erhitzt schließlich mit konz. Alkalilaugen über 100°, so bleibt Zellulose als Rückstand übrig. Die α-Zellulose oder echte Zellulose stellt man für gewöhnlich am leichtesten aus Baumwolle oder Filtrierpapier her, indem man das Ausgangsmaterial hintereinander mit verdünnter Salzsäure, Flußsäure, Chlorwasser, verdünntem Ätzkali, Wasser, Alkohol und Äther behandelt (9). Durch zu starke Einwirkung dieser Agenzien wird die Zellulose oft selbst angegriffen, so daß man es nach der Ansicht von Schwalbe (10) nicht mit reiner Zellulose zu tun hat, vielmehr als Verunreinigungen Oxyzellulosen und Hydrozellulosen auftreten. In der Technik wird vielfach das Verfahren von A. Mitscherlich und Keller angewandt, bei dem Holz unter Druck mit einer Kalziumbisulfitlösung erhitzt wird. Phenole und phenolätherhaltige Teeröle vermögen aus Holz Lignin und Fette zu lösen, daher ist die Anwendung dieser Stoffe bei der Zellulosefabrikation vorteilhaft (11). Nach Fuchs (12) kann Bariumsulfit zum Aufschließen verwendet werden. Kellner und J. Kitsee (13 u. 14) behandeln mit Metallchloriden unter Hindurchleiten des elektrischen Stromes. Schweyer (15) stellt Zellulose aus Holz, Stroh und Schilf dar, indem er das zerkleinerte Material mit Lauge solange kocht, bis sich Quellungserscheinungen bemerkbar machen, dann läßt er das Kochgut mit Lauge lagern und schwemmt die Inkrusten ab. Außer diesen gibt es noch eine große Zahl von Reindarstellungsverfahren, die kurz erwähnt seien. Schwalbe verwendet zur Aufschließung ein neutrales Sulfit (16) und gibt dann soviel Säure in wässriger Lösung, Gasform oder in Form saurer Salze hinzu, als dem halben Äquivalent der angewandten Sulfitmenge entspricht. Genannt seien ferner: B. Rassow und R. Zschenderlein (17), Camillo Levi (18), H. Clemm und R. Willstätter (19), Waentig und Gierisch (20), A. Franz (21), die Verfahren zur Aufschließung des Holzes und zur Gewinnung der Zellulose ausgearbeitet haben.

Die elementare Zusammensetzung der Zellulose entspricht der Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$, wobei n von Nastjukoff (22) auf 39 bis 40, von Skraup und Geinsperger (23) auf etwa 34 geschätzt wird. Groß, Bevan und Traquair (24) halten n für variabel. Zeisel (25) ist der Ansicht, daß wenn n sehr hoch liegt, die Formel $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O$ nicht ganz auszuschließen wäre. Nach Kiliani (26) ist die elementare Zusammensetzung durch die Formel $C_{6n}H_{10n+2}O_{5n+1}$ besser ausgedrückt. Bumcke und Wolffenstein (42) geben n die Zahl 6: $(C_6H_{10}O_5)_6 \cdot H_2O$. Die Bestimmung der Zahl n stößt deswegen auf so erhebliche Schwierigkeiten, weil die Molekulargewichtsbestimmungen keine einwandfreien Resultate lieferten. Das konnten Cross und Bevan (7) zeigen, die aus den Gefrierpunktserniedrigungen unter Verwendung von Eisessiglösungen von Nitraten, Benzoaten und Azetaten das Molekulargewicht ermitteln wollten. Auch hat man aus Zellulosederivaten das Molekulargewicht bestimmen wollen, wie es Pears (43) und Stern (44) taten. Nach Schwarz (45) soll das Molekulargewicht variabel sein; er schließt das aus der verschiedenen Viskosität der nitrierten Zellulose. Zur Strukturformel sagt Zemplén (27): »Die Konstitution kann aus Mangel an genauen Kenntnissen der Umwandlungsprodukte nicht ermittelt werden, obschon manche Formel für Zellulose gegeben worden ist.« Von den zahlreichen Strukturformeln, die für die Zellulose aufgestellt worden sind (28—32), hat die von Green (33, 34) teilweise Anklang gefunden, jedoch ist auch sie durch andere neue Untersuchungen wieder umgestoßen worden. Interessehalber sei sie hier angeführt.



Nach Green ist die Formel geeignet zu veranschaulichen, daß die Zellulose

1. für je sechs C-Atome im Maximum drei veresterbare Hydroxyle enthält (Triazetylzellulose $C_6H_7(OCOCH_3)_3O_2$, Zellulosenitrat $C_6H_7(ONO_2)_3O_2$),

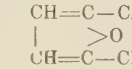
2. mit konzentrierter Natronlauge Natriumzellulosat liefert, welches durch Wasser leicht zersetzt wird, indem Hydratzellulose entsteht (Mercerisation),

3. als Natriumverbindung mit Schwefelkohlenstoff ein unbeständiges Thiokarbonat (Zellulosexanthogenat, Viskose) bildet, welches in Wasser löslich ist und durch Säuren oder Ammoniumchlorid in hydratisierte Zellulose übergeführt wird,

4. zwar ihrem Verhalten gegen Phenylhydrazin oder Hydroxylamin zufolge keine aktive CO-Gruppe enthält, jedoch bei gewissen hydrolytischen Veränderungen solche entstehen läßt,

5. bei durchgreifender Hydrolyse ausschließlich d-Glukose bildet,

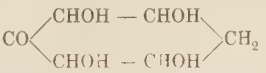
6. unter Äther oder Chloroform mit Chlorwasserstoff ω-Chlormethylfurfurol



liefert und sich analog gegen Bromwasserstoff verhält,

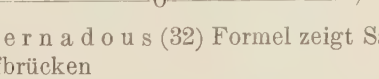
7. bei der Oxydation in Oxyzellulose übergeht, welche sich wie eine schwache Säure verhält, bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol und beim Kochen mit Kalkmilch Isosaccharinsäure und Dioxybuttersäure bildet.

Gegen die angeführte Greensche Formel haben Cross und Bevan (35) neben anderem eingewendet, daß es ihnen gelungen sei, ein Zellulosetetraazetat darzustellen, ferner glauben Cross, Bevan und Beadle (30, 36) in der Zellulose eine Ketonverbindung vor sich zu haben:



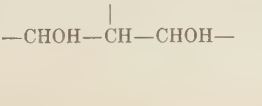
Im Gegensatz zu Cross konnte auch nach weiteren Untersuchungen als höchstes Azetylderivat von Green und Perkin (38) nur das Triazetat gefunden werden.

In Mosenthals Formel sind Traubenzuckermoleküle durch Anhydrid und Halbazetalverbindungen verknüpft (37). Vignon hat eine Azetalverbindung angenommen:

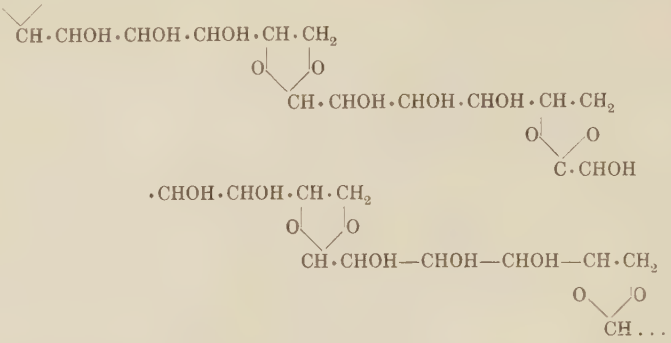


(31)

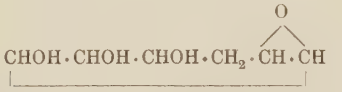
Bernadous (32) Formel zeigt Sauerstoffbrücken



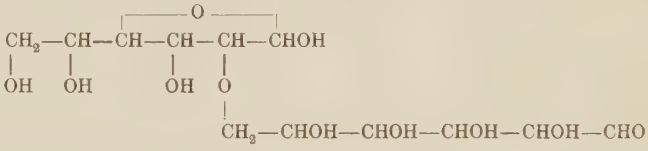
Tollens Zellulosemolekül (28) weist eine Kette azetalartig verbundener Glukosemoleküle auf.



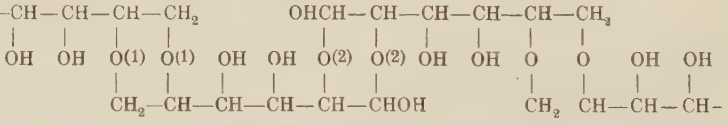
Eine zyklische Formel, welche zwei Sauerstoffverbindungen im Molekül aufweist, bringt auch Gebhard (39):



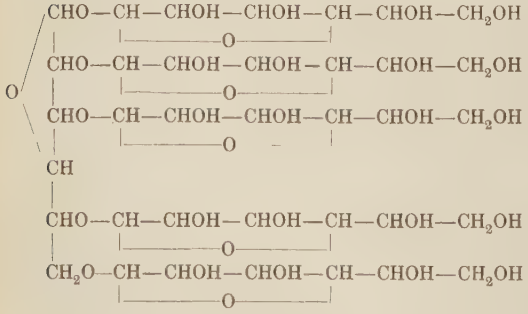
Nachdem Skraup und König (40), Madsen (48) und vor ihnen Franchimont (47) durch teilweise Hydrolyse mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure Zellobiose als einen Bestandteil der Zellulose fanden, konnte v. Euler (41) eine Formel konstruieren. Für die Biose nimmt er folgende Struktur an:



Demnach ist dann auch die Zelluloseformel, dieser Cellobiose Rechnung tragend, folgendermaßen aufgebaut:

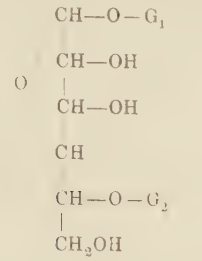


Heß und Wittelsbach (46) haben vier Zelluloseformeln aufgestellt, von denen sie die Pentaglukosidglukose-(Tetraglukosidzellulose-)komplexe als die richtigsten annehmen:

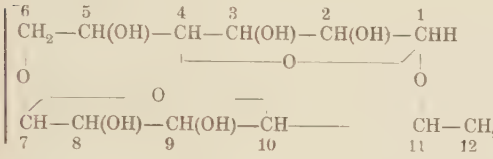


Man hat gefunden, daß zwischen der Pentazetylglukose und Oktazetylzellobiose bei der Azetolyse ein Verhältnis 1,0:1,9 besteht, allerdings unter der Voraussetzung, daß die Zellobiose nicht zu Dextrose gespalten wird. Die Glukosidylglukose stellt nur einen Teil des Zellulosemoleküls dar und wird von den Forschern mit Zelluxose benannt, die durch Auflösen der Zellulose in Lösungsmitteln und nachheriges Ausfällen mit Säure erhalten wird. Die Vereinigung der Zelluxose zum Zellulosemolekül geschieht nicht durch Kondensationen, sondern durch Restaffinitäten. Zu der Heßschen Ansicht äußert sich Freudenberg (49) dahin, daß die Heßschen Ansichten nicht ganz mit den bisherigen Befunden übereinstimmen, und er sucht das auch durch eigene Untersuchungsergebnisse zu belegen. Pictet und Sarasin (50) betrachten das Zellulosemolekül als aus Laevoglukosanmolekülen zusammengesetzt. Reilly (51) folgert aus einer Reihe von Tatsachen die Anwesenheit von Laevoglukosangruppen

im Zellulosemolekül. Nach Irvine und Soutar (52) gibt folgende Formel einen Teil des Zellulosemoleküls wieder, wobei G_1 und G_2 Glukosereste bedeuten.



Karrer (53, 54) nimmt folgende Zelluloseformel an.



Wie groß hierbei x ist, ist unbekannt, jedoch dürfte es nicht sehr groß sein. Nach Dörr (359) und Karrer baut sich die Zellulose aus Zellobioseanhydriden auf.

Von weiteren Arbeiten über die Zellulose seien erwähnt die von Hibbert (55), Pringsheim (56), Esselen jr. (57), Heuser (58), Karrer (354), Esselen jr., Favre (357, 358) usw.

Die Zellulose ist sowohl in kaltem, als auch kochendem Wasser unlöslich. Wohl hat man hie und da Lösungen von Substanzteilen beobachtet, jedoch könnte es sich hierbei um Verunreinigungen handeln (9). Fest steht jedoch, daß längeres Kochen nicht ohne Einfluß auf das Zellulosemolekül ist. Nach Taus (59) wird Zellulose beim Kochen unter Druck zum Teil gelöst und angegriffen, und zwar ist bei 5 atm. Druck die Zersetzbarkeit noch gering, während bei 10 atm. 13,48% Zellulose (59) zersetzt wurden. Bei 20 atm. Druck verliert die Zellulose ihre Struktur und wird gallertartig. Nach dem Trocknen erhält man eine leicht pulverisierbare Substanz, deren Elementaranalyse die Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_{11}$ ergab. Taus glaubt es in diesem Falle mit einer Hydrozellulose zu tun zu haben. Demgegenüber spricht Schwalbe (10) von einer Hydratisierung der Zellulose, zumal bei der entstandenen Verbindung das Reduktionsvermögen nicht nachgewiesen ist. Schwalbe und Robinoff (60) haben wohl dieselben Resultate bei der Druckbehandlung erhalten, aber trotzdem glaubt Schwalbe, daß das Ausgangsmaterial (schwedisches Filtrierpapier) nicht rein, sondern mit Oxyzellulose verunreinigt gewesen sei, die eben in Lösung ging. Wiederholt man nämlich die Versuche hintereinander, so werden die Werte für den Trockenrückstand immer kleiner, was bei einer einheitlichen Substanz nicht vorkommen dürfte. Die Bildung von Hydrozellulose tritt also bei bereits veränderter Zellulose auf, bei reiner Zellulose vermögen auch 20 atm. Druck nur wenig zur Hydrolisierung beizutragen. Erhitzt man Zellulose im Rohr mit Wasser ungefähr drei Stunden lang auf 200°, so bilden sich Ameisensäure (61) und Kohlensäure; bei Anwesenheit von Glas durch dessen Alkalien Protokatechusäure und Pyrokatechin. Im Platinrohr entstehen die beiden letztgenannten Verbindungen nicht (62). Löslich ist die Zellulose in Schweizers Reagens (63). Über die verschiedene Darstellung des Reagens seien die Vorschläge von Neubauer (64), Mulder (65), Maumené (66) und Ost (72) erwähnt. Die Löslichkeit der Zellulose wird erhöht nach vorhergegangener Behandlung mit schwefligsauren Salzen, nach Fremery und Urban (67) mit Chlor und konz. Alkalien (68, 69). Auch ammoniakalische Kupferkarbonatlösung löst Zellulose. Die Lösung ist haltbarer (70). Nach Rosenfeld (71) soll auch eine konz. Lösung von Kupferchlorür in Ammoniak als Lösungsmittel geeignet sein. Ferner sind als Lösungsmittel Kupferoxydäthylendiaminlösung, ammoniakalische Lösungen von Kupferoxychlorid mit und ohne Kupferchlorür, Kupferoxychlorür, Kupferoxydul, Kupferhydroxyd und Kupferkarbonat empfohlen worden (73).

Während durch wässrige Zinkchloridlösung erst nach vorhergegangener Quellung Zellulose gelöst wird, geht die Lösung durch salzsäurehaltiges Zinkchlorid glatt vonstatten. Jedoch ist zu bemerken, daß auch im ersten Falle nicht das Zinkchlorid der lösende Teil ist, sondern sich vielmehr das Zinkchlorid unter Abspaltung von Salzsäure zersetzt und die freie

HCl hydrolysierend auf die Zellulose wirkt. Zinkchlorid, in Pyridin oder Chinolin gelöst, übt keine Wirkung aus. Ähnlich verhalten sich Antimonchlorid, Quecksilberchlorid, Stannochlorid, Stannichlorid, Wismuttrichlorid, Antimonpentachlorid, Titantetrachlorid bei Gegenwart von Salzsäure. Stark verdünnte Schwefelsäure (1%) wirkt in der Kälte auf Zellulose, wie Vignon (74) zeigte, gar nicht ein, vielmehr ist nach Koechlin (75) die Schwefelsäure erst in der Konzentration, bei welcher sie H_2O zu entziehen beginnt, wirksam. Nach Schwalbe (76) wirken starke Säuren zunächst hydratisierend und dann hydrolysierend, so können je nach der Dauer der Einwirkung von H_2SO_4 sich bilden: Hydrate, Hydrozellulosen, Schwefelsäureester, Amyloid, Dextrine und Dextrose (77). Aus Schwefelsäureestern entstehen durch Kochen mit Wasser Dextrine und unter weiterer Aufspaltung Glukose nach Hönig und Schubert (78). Girard (79) hat 55%ige Schwefelsäure 12 Stunden auf Zellulose einwirken lassen und fand, daß die Zellulose äußerlich wenig verändert schien, beim Reiben aber sofort zerfiel. Den erhaltenen Stoff nannte er Hydrozellulose, ihre Zusammensetzung entsprach der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$. Durch 65 bis 70%ige Schwefelsäure wurde ein gallertiger Stoff, das Amyloid, erhalten, das sich bei Gegenwart von Säure mit Jod bläute. Bei völliger Hydrolyse entsteht aus Zellulose quantitativ Glukose (80). Guignet (81) ließ auf trockene Zellulose H_2SO_4 einwirken und erhielt eine gelatinöse, durchscheinende Masse, die kolloide Zellulose, welche löslich war, aber nach vorherigem Eintauchen in Schwefelsäure (70—78%) in Wasser unlöslich wurde. Auch soll stärkere Säure zunächst lösliche, kolloide Zellulose bilden, die aber bald in unlösliche übergeht. Das Pergamentpapier soll ebenfalls kolloide Zellulose sein. Tschumanow (102) erhielt durch Einwirkung von konz. H_2SO_4 und darauffolgendes Verdünnen mit Wasser eine Verbindung, die den Gluzinen, Apogluzinen und der Ulminsäure ähnlich war. Ihre Zusammensetzung entsprach der Formel $(C_2H_2O)_n$.

Beim Erhitzen greift verdünnte Schwefelsäure auch Zellulose an, diese geht in Hydrozellulose über, auch bilden sich nach Winterstein (82) geringe Mengen von Dextrose oder anderer reduzierender Stoffe. Kühn, Aronstein u. Schulze (83) fanden nach $^1/_2$stündigem Kochen in $1^1/_4$%iger H_2SO_4 einen Verlust von 0,83%, Flechsig (80) nach dreistündigem Kochen in 2%iger H_2SO_4 einen solchen von 1,05% und Kern (84) nach $^1/_2$stündigem Kochen mit $1^1/_4$%iger H_2SO_4 1% Verlust. Winterstein (82) fand folgende Verluste nach zweistündigem Kochen mit $1^1/_4$%iger H_2SO_4:

Zellulose aus	Verlust %	d-Glukose in Lösung %
Tannenholz	1,56	0,86
Weizenkleie	1,62	0,90
Rotklee	2,76	1,83
Schalen von Lupinensamen I.	0,90	0,50
„ „ „ II.	1,76	1,44
Kaffeebohnen	2,96	2,45
Lupinensamen	2,39	2,07

Glukose bildet sich, wie Simonsen (85) zeigte, unter verschiedenem Druck und verschiedener Konzentration von H_2SO_4.

Gebildete Zuckermenge

Druck in atm.	Schwefelsäure 0,15%ig	0,3%ig	0,45%ig	0,6%ig
1,3	—	2,5	2,7	3,1
2,1	—	6,6	8,6	10,6
2,7	—	9,3	11,3	12,6
4	—	16,4	—	20,3
6	21,5	28,0	30,7	43,9
8	30,5	38,4	45,0	33,3
9	—	43,1	—	—
10	35,0	36,6	30,0	18,0
12	38,4	—	—	—
14	20,0	—	—	—

Ähnlich wie Schwefelsäure wirken auch andere verdünnte Säuren. Trocknes Salzsäuregas wirkt nach Girard (79) nicht auf Zellulose ein, dagegen feuchtes und mit Wasserdampf gemischtes Gas, auch andere Halogenwasserstoffsäuren bewirken den Zerfall der Zellulose. Oechsner, de Korrinck u. Raynaud (86) konnten feststellen, daß durch Bromwasserstoffsäure reduzierbare Substanzen neben Humussubstanzen entstehen. 48%ige HBr bildet aus der Zellulose eine gelatinöse Masse, 57%ige löst nur teilweise, während 66%ige schon bei 0° völlig lö-

send wirkt. 40—50%ige Fluorwasserstoffsäure wirkt zwar stark hydrolisierend, aber die entstandene Glukose wird sofort zerstört (87). Mit überschüssiger Chlorschwefelsäure entsteht nach Claesson d-Glukosetetrasulfosäurechlorid, mit Essigsäureanhydrid entstehen je nach der Temperatur verschiedene Azetylderivate, mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure bei 105—110° Oktazetylzellobiose (40), bei kurzer Einwirkungszeit von Essigsäureanhydrid und Salzsäure nach Skraup undefinierbare Abbauprodukte (88), nach 14tägiger Einwirkung indes Azetochlorzellobiose. Über die Azetolyse siehe ferner Klein (89). Aus den Kupfersalzlösungen läßt sich die Zellulose selbst durch schwache Säuren, z. B. Kohlensäure, Zucker und auch Salze, ebenso durch viel Wasser in Form von Azidzellulose ausfällen. In starkem Wasserstoffsuperoxyd lösen sich Zellulose und ihre Abbauprodukte ebenfalls leicht. 75%ige Phosphorsäure bildet eine zähe farblose Gallerte. Man hat feststellen können, daß die Zerfallgeschwindigkeit bei Phosphorsäure kleiner ist als bei Schwefelsäure.

Alkali wird von Zellulose verschieden aufgenommen, je nach der Temperatur und Konzentration. Auch ist die Absorptionsfälligkeit der einzelnen Zellulosen je nach dem Ursprung verschieden (90). Vignon (91) fand, daß diese Aufnahme beim Eintauchen in Kalilauge bei 13° unter Wärmeentwickelung von 0,74 Kalorien pro 100 g Zellulose vor sich geht. Daß Alkalien absorbiert werden, konnte Mausier titrimetrisch feststellen (92). Kalte 16—25%ige Natronlauge bewirkt nach vorhergehender Schwellung eine Kontraktion der Baumwollfaser. Nach dem Auswaschen zeigt die Faser dann eine größere Festigkeit, stärkere Hygroskopizität, stärkere Reaktionsfähigkeit und besseres Aufnahmevermögen für Farbstoffe. Bei diesem Vorgang, den man nach Mercer (93) Mercerisation nennt, wird höchstwahrscheinlich die Zellulose zu Hydratzellulose (356). Das Zellulosemolekül soll hierbei je nach der Stärke der Lauge zerkleinert werden. Vieweg (94) gibt den Mercerisationsgrad für Baumwolle mit 1%, für Togo-Baumwolle mit 1,4%, für ägyptische Baumwolle mit 1,6%, für Sulfitzellstoff mit 1,2%, für Natronzellstoff mit 1,6%, für Sulfatzellulose mit 1,7% und für Filtrierpapier mit 1,6% an. Der mercerisierten Zellulose geben Cross u. Bevan (7), ferner Schwalbe (10) die Formel $C_{12}H_{20}O_{10}$, demgegenüber behaupten Miller (95), Ost u. Westhoff (96) für wasserfreie mercerisierte Zellulose die Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$ gefunden zu haben. Miller hält diese Zellulose für ein Isomeres der natürlichen Zellulose. Nach vielen Forschern soll aus Zellulose und Lauge eine Verbindung entstehen, die beim Auslaugen mit Wasser das Alkali wieder abgibt. Ihr legen Cross u. Bevan (7), Schwalbe (10), Vieweg (94), Crum (97) die Formel

$$C_{12}H_{20}O_{10} \cdot 2\,NaOH$$

bei [nach Karrer (354)

$$C_{12}H_{20}O_{10} \cdot NaOH].$$

Vieweg untersuchte die Natronzellulose verschiedener Laugenkonzentrationen und fand in 16%iger NaOH die Formel $C_{12}H_{20}O_{10} \cdot NaOH$, in 40%iger dagegen $C_{12}H_{20}O_{10} \cdot 2\,NaOH$. Hübner u. Teltscher (98) haben sich ebenfalls mit diesen Verbindungen befaßt. Die mercerisierten Zellulosen reagieren nicht anders gegen ammoniakal. Kupferlösung als die gewöhnliche Zellulose (99). Nach Schwalbe u. Robinoff (60) wirkt kalte Lauge — bei einer Konzentration von 4% — am stärksten. Durch 1 bis 2%ige Natronlauge entstehen Hydrolisierungsprodukte, die sich aber bei einer Temperatur von über 100° zu zersetzen scheinen. Hübner u. Pope (100) konnten zeigen, daß das Farbstoffabsorptionsvermögen nach vorhergegangener heißer Natronlaugenbehandlung beeinträchtigt wurde. Nach einstündigem Kochen von Zellulose mit starker Natronlauge (30%) entsteht Azidzellulose neben anderen Abbauprodukten. Der unlösliche Zelluloserest bestand aus sogenannter α-Zellulose, die wie die α-Oxy- und α-Hydrozellulose für nichts weiter als eine mit geringen Mengen von Abbauprodukten verunreinigte Zellulose anzusehen ist Piest (101).

Aus der Lösung läßt sich die Azidzellulose durch Zugabe von Säuren fällen. Nach dem Trocknen bildet sie eine graugelbliche hornartige Masse (6).

Kocht man Zellulose mit Alkali ohne Luftabschluß, so bildet sich nach

Schwalbe (99) Oxyzellulose. Taus (103) fand, daß die Lösung von Zellulose unter Druck begünstigt wird. Gelöst wurden bei 1 atm. Druck durch 3%ige Natronlauge 12,1%, bei 5 atm. 15,4% und bei 10 atm. 20,3%, durch eine 8%ige Natronlauge bei 1 atm. Druck 22,0%, bei 5 atm 58% und bei 10 atm. 59% Zellulose. Nach Hoppe-Seyler (104) löst sich Zellulose bei 250° unter Aufschäumen; bei Abschluß der atmosphärischen Luft tritt keine Braunfärbung auf. Unter den Zersetzungsprodukten fand man Oxalsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Protokatechusäure, Brenzkatechin, Methan, Wasserstoff und Huminstoffe. Dieselben Stoffe und auch Kohlendioxyd bilden sich beim Erhitzen mit einem Gemisch von Ätznatron und Ätzkali bei Gegenwart von Sauerstoff.

Erhitzt man mit Bariumhydroxyd auf 150—180°, so entsteht nach Schützenberger (105) Gärungsmilchsäure neben Kohlensäure, Oxalsäure, Ameisensäure, Propionsäure, Oxybuttersäure und Glykolsäure. Mausier (92), de Koninck (106) u. Vignon u. Casella (107) stellten fest, daß auch Ammoniak von der Zellulosefaser absorbiert wird. Letztere ließen zu diesem Zwecke Chlorkalziumammoniak sechs Stunden bei einer Temperatur von 100° auf Zellulose einwirken.

Behandelt man Zellulose kurze Zeit mit verdünnter Salpetersäure, so bildet sich neben Zucker eine gebliche Masse. Bei längerer Behandlung entstehen nur wenig Nitroverbindungen und Hydrozellulose, nach Guichard (108) aber keine Oxyzellulose. Der Rückstand besteht aus Zellulose. Faber u. Tollens (109) fanden, daß Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,1—1,3 bei 80—100° Kohlensäure, Oxalsäure, Zuckersäure und andere Säuren mit 4—5 Atomen Sauerstoff bildete. Säure vom spez. Gewicht 1,4—1,5 bildet, wie Knecht (112) fand, ein labiles Nitrat, $C_6H_{10}O_5 \cdot HNO_3$. Über stickstoffhaltige Zelluloseverbindungen berichten noch Jentgen (77), Haeussermann (110) und Justin-Müller (111) über Additions- und Substitutionsprodukte der Salpetersäure. Durch konz. Salpetersäure oder das sogenannte Nitriergemisch

$$(H_2SO_4 + HNO_3)$$

werden Zellulose-Salpetersäureester gebildet:

Dinitrozellulose $C_{12}H_{18}(ONO_2)_2O_8$,
Trinitrozellulose $C_{12}H_{17}(ONO_2)_3O_7$,
Tetranitrozellulose $O_{12}H_{16}(ONO_2)_4O_6$,
Pentanitrozellulose $C_{12}H_{15}(ONO_2)_5O_5$,
Hexanitrozellulose $C_{12}H_{14}(ONO_2)_6O_4$.

Nach Hoitschema (113) ist dies das höchste Nitrierungsprodukt der Zellulose; nach Vieille (114), der von einer höheren Zelluloseformel ausgeht, ist

$$C_{24}H_{29}(ONO_2)_{11}O_9$$

möglich. Es kommen auch Verbindungen vor, in denen die Gruppe (ONO_2) $1^1/_2$, 2 und $2^1/_2$mal vertreten ist. Die Lösung des Zellulosedinitrats und -trinitrats in einem Äther-Alkoholgemisch bildet das Kollodium. Hexa- und Pentanitrat sind explosiv, sie werden als Schießbaumwolle verwandt und sind in Azeton löslich.

Nach Rassow u. v. Bongé (115) wird Nitrozellulose ebenfalls in Kupferoxydammoniak gelöst. Durch Auflösen von Schießbaumwolle in »Nitroglyzerin« erhält man eine Sprenggelatine, das rauchlose Schießpulver. Von dem Kollodium ist man ausgegangen, um künstliche Seide zu erzeugen.

Piest (101) hat gefunden, daß mercerisierte Zellulose eine leichter lösliche Nitrozellulose liefert. Er zeigte ferner, daß bei der Verseifung der Zellulosenitrate mit Alkalien zum Teil denitrierte Zelluloseverbindungen neben stickstofffreien, wasserlöslichen, aliphatischen Karbonsäuren entstehen. So konnte man auch neben Reduktionsprodukten von Salpetersäure finden: Kohlensäure, Oxybrenztraubensäure, Dioxybuttersäure, Trioxyglutarsäure, Oxalsäure, Apfelsäure, Malonsäure, Tartronsäure und Glykolsäure. Beim Erhitzen mit Salpetersäure soll nach Cross u. Bevan (30, 2) erst Hydrozellulose und dann Oxyzellulose entstehen, bei sehr langem Kochen bildet sich Kohlensäure, Oxalsäure, Zuckersäure und Schleimsäure (7, 116). Vielfach wird angenommen, daß es sich bei den Nitrozellulosen um Kolloidverbindungen (111) handelt.

Während trockenes Brom nicht auf Zellulose wirkt, bildet sich bei Gegenwart von Feuchtigkeit eine orangefarbene Verbindung (118). Bei Gegenwart von Alkalien entsteht Bromoform und Tetrabrom-

kohlenstoff (117). Bei der Einwirkung von Oxydationsmitteln auf Zellulose bilden sich entweder Hydrozellulosen oder Oxyzellulosen, je nach der Dauer und der Art des Oxydationsmittels. Arbeiten hierüber haben veröffentlicht: Cross u. Bevan (118) mit Smith (119), Bull (120), Cunningham u. Dorée (121), Dietz (122), Murumoff, Sachs u. Tollens (123), Renker (124), Vignon u. Gerin (125), Witz (126) und andere mehr.

Die möglichst vollständige, billige und im technischen Maßstab ausführbare Überführung der Zellulose in Glukose ist wegen der Möglichkeit, auf diesem Wege aus Holzabfällen und anderen geringwertigen zellulosehaltigen Materialien zum Äthylalkohol zu gelangen, von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Schon Braconnot (127) konnte zeigen, daß Leinwand oder Hagebuchenholz, in konz. Schwefelsäure gelöst, sodann nach Zusatz von Wasser gekocht, bei entsprechender Aufarbeitung ein traubenzuckerähnliches Produkt liefern. Flechsig (128) verbesserte durch Verwendung von 75%iger Schwefelsäure an Stelle der konzentrierten, welche leicht zur Humifikation und dadurch zu Kohlenhydratverlusten Anlaß gibt, das Verfahren soweit, daß er den Zucker nicht bloß sicher mit Dextrose identifizieren, sondern aus Baumwolle 98,6 % Ausbeute an Dextrose erzielen konnte. Später hat E. Schulze (129) das Verfahren von Flechsig an zehn Zellulosepräparaten verschiedenen Ursprungs, darunter eines aus Rottanne, erprobt. Ekström (130) gewann durch Behandlung von Holzabfälllen mit 70%iger Schwefelsäure bei 10—40° durch 20 Minuten, Eingießen in viel Wasser und Kochen Traubenzucker. Ähnlich verfuhren Ost u. Wilkening (131), und Voerkelius (132) konnte bei Anwendung von 70%iger Schwefelsäure aus Holz schließlich 24,8% Alkohol gewinnen. Ost (133) findet das angedeutete Schwefelsäureverfahren der oben berührten Aufschließung der Zellulose mittels hochkonzentrierter Salzsäure überlegen. Bezüglich der Verzuckerung der Holzzellulose durch Druckerhitzung mit schwefliger Säure (Verfahren von Claaßen-Ewen-Tomlinson) sei auf einschlägige Handbücher verwiesen. Erwähnt sei noch das Verfahren der chem. Fabrik Rhenania (134). Hiernach wird Zellulose mit kalter 40%iger Salzsäure durchtränkt und dann mit gasförmigem HCl behandelt. Die Verzuckerung geschieht ohne wesentliche Temperaturerhöhung (40°). Nur wenig Zellulose wird in Dextrin umgewandelt. Ein anderes Verfahren aus Sulfitlaugen hat die Zellstoffabrik Waldhof vorgeschlagen (135). Der erhaltene Zucker wird mit Hefe unter Zusatz von Nährlösung vergoren. Als Nebenprodukte finden sich in diesem Alkohol: Methylalkohol, Aldehyd, Fuselöle nur in geringer Menge, nach Heuser (136) auch Furfurol.

Beim Erhitzen von Zellulose entsteht Oxyzellulose bei Gegenwart von Sauerstoff (137). Bei 140—150° bemerkt man Gelbfärbung und bereits eine Gasentwickelung (138), gegen 200° tritt dann eine Braunfärbung ein. Erhitzt man Zellulose zwischen 200—300° unter vermindertem Druck (12—15 mm), so geht ein dickes ölartiges Destillat über, das zu einer teigigen Masse erstarrt. Aus ihr kann man durch Auslösen mit Azeton Laevoglukosan isolieren (150). Bei der Destillation mit Alkali entstehen mehr oder weniger stark nach Pfefferminze riechende Alkaliteere, die beim Kochen mit Natronlauge den Pfefferminzgeruch noch deutlicher werden lassen. Die Alkaliteere sind frei von gesättigten Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe. Bei der Destillation mit Zinkchlorid ist die Teerausbeute gering, dagegen der Kohlerückstand erheblich.

Bei der trockenen Destillation von Baumwollzellulose erhielten Clason, v. Heidenstam und Norlin (142): 38,82% Kohle, 10,35% Kohlendioxyd, 0,17% Äthylen, 4,15% Kohlenoxyd, 0,27% Methan, 0,07% Azeton, 1,39% Essigsäure, 5,14% organische Substanz, 4,18% Teer, 34,52% Wasser. Birken-, Buchen-, Kiefernhölzer geben andere Resultate. Nach Charley u. Ramsay (139) soll Methylalkohol bei der trockenen Destillation der Zellulose entstehen. Klasen (142) konnte Methylalkohol nicht nachweisen. Nach Erdmann (140) entsteht auch Oxymethylfurfurol, γ-Valerolakton und Maltol (141); viel mehr aber bei der

Destillation des Holzes und der aus Holz hergestellten Zellulose, wahrscheinlich wirkt das Lignin bei der Bildung des Methylalkohols mit. Irvine u. Oldhame haben Glukosan bzw. l-Glukose festgestellt (355).

Farbreaktionen der Zellulose. Jodschwefelsäure (143) färbt Zellulose blau, am besten eignet sich eine $66^1/_2$%ige Säure, durch welche die Blaufärbung längere Zeit bestehen bleibt.

Chlorzinkjod erzeugt eine Violettfärbung (144). Nach Mangin (144) färbt auch Jod und Phosphorsäure Zellulose blau, Jod und Kalziumchlorid färbt rosa und violett. Behandelt man Zellulose mit konz. Kalilauge und nach dem Auswaschen der Lauge mit Jodjodkalilösung, so entsteht ebenfalls eine Blaufärbung.

Neßlers Reagens gibt nach längerer Einwirkung eine Graufärbung. Läßt man auf Zellulose Ferrichlorid einwirken und gibt nach dem Auswaschen Ferrozyankaliumlösung hinzu, so färbt sich Zellulose blau, bei Anwendung von Kupferazetat und Ferrozyankaliumlösung rot, von Bleiazetat und Kaliumbichromatlösung gelb (145). Eine Rotfärbung entsteht auch bei Behandlung mit Schwefelsäure und Ölsäure oder deren Estern und darauffolgendem Zusatz von Wasser (146). Von den gelben Lösungen der Eosinsäure in Benzol, Xylol, Chloroform und Toluol wird die Zellulose rot gefärbt. Ferner seien die Farbstoffe der Toluidin-, Benzidin- und Xylidingruppen genannt, die von Mangin (144) vorgeschlagen sind. In neutraler oder schwach alkalischer Lösung wirken Kongorot C. R., Kongokorinth, Deltapurpurin, Kongobrillant G., Kongokorinth B., Azoblau, Benzopurpurin, Rosazurin, Benzoazurin, Azoviolett und Heliotrop, in neutraler oder schwach saurer Lösung: Orseillin B.B., Azorubin, Brillantcrocein, Scharlachcrocein, Crocein, Naphtholschwarz u. a. Die braunen Lösungen der Nilblaubase färben die Zellulose blau (147). Vielfach wird auch Hämatoxylin zur Färbung verwandt, jedoch hält Mangin das Hämatoxylin wie Methylenblau und Chinolinblau für keine spezif. Zellulosefarbstoffe (148). Gilson (149) legt Schnitte in verschlossene Gefäße mit Kupferoxydammoniak, nach 12—24 Stunden wird die Lösung mit einer Ammoniaklösung vertauscht, damit gewaschen, schließlich mit Wasser solange nachgespült, bis das Kupfer entfernt ist; unter dem Mikroskop erkennt man dann Sternchen und Kugeln oder sternartige Aggregate. Die durch Kupferoxydammoniak gelöste Zellulose in den Zellen wird durch das Ammoniak und das Wasser wieder ausgefällt und zeigt dann die erwähnten Formen, die sich gegen Reagenzien genau so wie die Zellulose verhalten. Um in verholzten Geweben Zellulose nachweisen zu können, muß man das Lignin durch vorsichtiges Erwärmen mit Kaliumchlorat und Salpetersäure oder mit verdünnter Chromsäurelösung entfernen. Nach dem Auswaschen mit Wasser gelingen dann die Zellulosereaktionen. Wenn diese Reaktion von Mosenthal (29) angezweifelt und von Verwechslung mit Kupferchlorürkristallen gesprochen wird, sind diese Behauptungen haltlos.

Die Hydrozellulose (79)

[$C_{60}H_{102}O_{51}$, $C_{24}H_{42}O_{21}$, $C_{36}H_{62}O_{31}$,

Ost u. Bretschneider nehmen ein kleines Molekül an, da es sich um ein Abbauprodukt der Zellulose handeln soll (152)]. Sie entsteht nach längerem Einwirken von wässrigen Oxalsäurelösungen auf Zellulose (90). Auch nach Einwirkung von H_2SO_4 von 45° Bé innerhalb 12 Stunden, ferner nach 24 stündiger Einwirkung von Salzsäure von 21° Bé. Bei Erwärmung auf 100° wird auch durch Oxalsäure, auf 110° durch Zitronen-, Ameisen-, Essig- und Weinsäure die Zellulose in Hydrozellulose übergeführt. Gibt man zur Nitrozellulose Schwefelalkalien, z. B. Ammoniumsulfid, so wird unter Herauslösung der (ONO_2)-Gruppe Hydrozellulose gebildet (91). Vielleich entsteht sie ebenfalls durch Einwirkung von H_2O_2 auf Zellulose (153). Die von Girard dargestellte Hydrozellulose (79) geht schneller in Glukose über als die Zellulose. Wenn sie auch der ursprünglichen Substanz, aus der sie dargestellt ist, ähnelt, so ist sie doch leicht zerreiblich. Sie löst sich in 10 Teilen 1%iger KOH bei 160°, allerdings unter Zersetzung (154); ferner in starken Säuren und in kochendem Essigsäureanhydrid. Setzt man dem letzteren Lösungsmittel Schwefelsäure zu, so findet die Reaktion schon bei 70° statt (155). Schwefelsäure bildet in wässriger

Konzentration Amyloid, während sehr starke Säure die Zellulose zerstört. Kupferoxydammoniak, Phosphorsäure, Zinkchloridlösung und rauchende Salpetersäure lösen die Hydrozellulose ebenfalls. Alkali in der Siedehitze bildet Oxyzellulose; in der Kälte wird ein Drittel gelöst, zum Teil unter Bildung von Hemizellulosen. Eine merkwürdige Beobachtung machten Hauser u. Herzfeld (156). Sie stellten fest, daß beim Waschen der Zellulose reduzierende Substanz an die Waschflüssigkeit abgegeben wird. Bei andauerndem Extrahieren mit Wasserdampf verlor die Hydrozellulose ihre Reduktionsfähigkeit. Andere Forscher hatten wohl die Gewichtsunterschiede bemerkt, glaubten aber, daß es sich hier um eine Umwandlung in Glukose handelte. Hieraus folgt, daß nicht die gesamte Hydrozellulose ein Reduktionsvermögen besitzt. Über die reduzierenden Eigenschaften der Hydrozellulose haben Ost (72), Murumow, Sachs u. Tollens (123) u. Vignon (31) berichtet. Nach Schwalbe (8) beträgt die Kupferzahl 5,2—5,8. (Kupferzahl siehe später.) Hydrozellulose verhält sich nahezu indifferent gegen Neßlers Reagens. Sie gibt mit Chlorzinkjod, wenn überhaupt, nur eine durch Wasserzusatz auftretende nicht lang andauernde Blaufärbung und wird durch basische Farbstoffe nur äußerst schwach gefärbt.

Im Anschluß hieran seien Flechsigs Amyloid, die Guignetzellulose und die Pergamentzellulose erwähnt (99). Das Flechsigamyloid ist ein Kolloid; auch die getrocknete Masse läßt sich kolloid lösen. Bei 95° noch beständig, erleidet es aber bei 105° Veränderungen. Dem Verhalten des Kolloids ähnelt das der Guignetzellulose sehr. Letztere wird als ein Emulsionskolloid angesprochen. Selbst beim Kochen zersetzt sich die kolloide Lösung nicht. Aus der Lösung läßt sich die Guignetzellulose, ähnlich wie das Flechsigamyloid, durch Salze oder Alkohol fällen. Die Pergamentzellulosen geben mit Jodjodkalilösung ohne Schwefelsäurezusatz Blaufärbung. Je nach dem Ausgangsmaterial unterscheiden sich die Pergamentzellulosen teils chemisch, teils physikalisch voneinander. Von den anderen Zellulosearten sind sie unter anderem dadurch unterscheidbar, daß sie besonders intensiv Kupfer festhalten.

Hydratzellulose — $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O$ — entsteht durch Hydratisierung der Zellulose bei deren Behandlung mit Alkali in der Kälte und Auswaschen mit Wasser (Mercerisieren). Die Reaktion ist vorteilhaft bei Gegenwart von Alkalizinkat, und zwar im Verhältnis $Zn(OH)_2$: 4 Na(OH) durchzuführen (7), ferner durch Zersetzung der Viskose mittels Säuren (7). Die Bestimmung des Hydratwassers auf direkte Weise ist bisher noch nicht gelungen (99). Ost, Westhoff u. Gessner (157) suchen den höheren Wassergehalt in physikalischen Ursachen. Sie prägen daher für die Umwandlungsprodukte der Zellulose durch Alkalien den Namen »alkalisierte Zellulose«. Hydratzellulose verliert das Hydrationswasser bei 120—125° vollständig (96), färbt sich (wasserbeständig?) mit Chlorzinkjod tiefblau (158), mit Jodjodkali blauschwarz (159). Die Kupferzahl beträgt 1,9—1,6 (99). Durch basische Farbstoffe wird sie nicht gefärbt (159), wohl aber durch Benzidinfarbstoffe und Orseille B. B. Ferner ist sie reaktiver als Zellulose, leichter löslich in Kupferoxydammoniak und wird langsamer von Essigsäureanhydrid, Eisessig und wenig Schwefelsäure azetyliert. Selbst gegen Siedehitze (ohne Säurezusatz) ist die Hydratzellulose beständiger.

Die Hydratzellulose — $(6\,C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O\,?)$ — wird als ein Zwischenprodukt zwischen Hydrozellulose und Oxyzellulose angesehen; vielleicht ist sie auch eine Hydrozellulose (153). Sie wird durch Einwirkung von 4—60%igem Wasserstoffsuperoxyd auf Zellulose bei gewöhnlicher Temperatur bis zum pulvrigen Zerfall der Fasern erhalten (6) und zeigt starkes Reduktionsvermögen gegen Fehlingsche Lösung und ammoniakalische Silberlösung, gibt ein Phenylhydrazon, löst sich in Alkalilaugen teilweise in Form von Azidzellulosen unter Zurücklassung von Zellulose und wird durch Jodjodkali nicht gefärbt. Durch Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure entsteht Zellobioseoktoazetat (160).

Im Laufe dieser Abhandlung sind die Oxydationsmittel der Zellulose öfter er-

wähnt worden, sie seien hier der Übersicht halber noch kurz zusammengestellt.

Zellulose wird durch konz. Salpetersäure (7), Kaliumpermanganat in neutraler (22), schwefelsaurer (162) und alkalischer (161 Lösung, Kalziumpermanganat (163), Hydrochlorite (126), Ammoniumpersulfat (122), Chromsäure und Schwefelsäure (36), Kaliumchlorat und Salzsäure (91) u. (123), Brom und Kalziumkarbonat (116), Chlorkalklösungen (101), Brom und Kalziumkarbonat (109) usw., teils bei gewöhnlicher, teils bei erhöhter Temperatur in Oxyzellulose übergeführt, wobei oft gleichzeitig Hydro- und Hydratzellulose und einfacher zusammengesetzte Abbauprodukte entstehen. Auch durch Einwirkung von Schwefelammonium auf Nitrozellulose bildet sie sich.

Die Oxyzellulosen weisen ein Wasserstoff-Sauerstoffverhältnis auf, welches zwischen den Werten 1:8 und 1:9 liegt. Je nach der Provenienz und der Entstehungsweise verschieden zusammengesetzt und verschiedene Eigenschaften zeigend, können sie als Gemenge oder Verbindungen von 1—4 mal $C_6H_{10}O_5$ mit $C_6H_8O_6$, dem hypothetischen Celloxin, aufgefaßt werden, welches beim Kochen mit Kalkmilch als dioxybuttersaures und isosaccharinsaures Salz in Lösung gehen soll, während die Zellulose ungelöst bleibt (116). Je nach der bloß teilweisen oder völligen Löslichkeit in Alkalilaugen und der Löslichkeit in kochendem Wasser unterscheidet man in gleicher Reihenfolge α-, β- und γ-Oxyzellulosen (22). Die von Sack (165) mittels 65%iger Salpetersäure aus Fichtenholz gewonnene Oxyzellulose, von ihm als künstliche Pektinsäure bezeichnet, dürfte ihrer Löslichkeit in Natronlauge [Lindsey u. Tollens (166)] zufolge der β-Form zugehören. Auch Mulders (164) analog aus Eichenholz gewonnene vermeintliche Zellulose ist ihrer Zusammensetzung nach Oxyzellulose gewesen (167), geradeso wie das von Tromp de Haas u. Tollens mittels Salpetersäure aus Tannen- und Fichtenholz erhaltene Produkt, aus welchem durch Hydrolyse 15% kristallisierte d-Glukose und durch die Kalischmelze 20% Zellulose dargestellt werden konnten.

Die α-Oxyzellulosen sind nach der Formel $C_{24}H_{40}O_{21} = C_6H_{10}O_6 + (C_6H_{10}O_5)_3$ (74) gebaut, jedoch wird auch $C_{12}H_{20}O_{11}$ angegeben (109). Die α-Oxyzellulose stellt eine weiße Masse dar, die sich bei 100° gelb färbt. Durch Kaliumhydroxyd wird sie zu 40% gelöst (74), wobei Spaltung in eine lösliche und unlösliche Zellulose stattfinden soll. Die Oxyzellulosen wirken stark reduzierend (122), liefern Verbindungen mit Phenylhydrazin, werden durch Chlorzinkjod violett bis dunkelblau gefärbt, aber nicht durch Jodlösung. Basische Farbstoffe werden angenommen, Phenol und Schwefelsäure geben eine goldgelbe Färbung, α-Naphthol und H_2SO_4 eine Violett- und Hydrochinon oder β-Naphthol mit Schwefelsäure eine Braunfärbung (168). Mit alkoholischer Natronlauge entsteht ein weißes Pulver, dem die Reduktionsfähigkeit abgeht, und das auch kein Hydrazon liefert (22). Kupferzahl: 7,9—7,6.

Die β-Oxyzellulosen haben die Zusammensetzung

$$C_{30}H_{48}O_{26} = 4\ C_6H_{10}O_5 + C_6H_8O_6.$$

Erhitzt man bei der Darstellung dieser β-Oxyzellulose länger als $2^1/_2$—4 Stunden, wie Faber u. Tollens (109), so findet man die Zusammensetzung

$$C_{24}H_{38}O_{22} = 3\ C_6H_{10}O_5 + C_6H_8O_6.$$

Die Oxyzellulosen sind in Ammoniak zu einer milchigen Flüssigkeit, in verdünnten Alkalien unter Gelbfärbung löslich. Fehlingsche Lösung wird ebenfalls reduziert. Bei der Azetylierung bildet sich Oktazetylzellobiose (160), beim Erhitzen mit Sodalösung γ-Oxyzellulose (22). Diese Oxyzellulose löst sich in Wasser. Mit Phenylhydrazin entsteht eine gelbe Verbindung. γ-Oxyzellulose zeigt reduzierende Eigenschaften.

Als Azidzellulose bezeichnen Bumcke und Wolffenstein (42) den in Natronlauge löslichen Anteil der Hydrozellulose, das durch Einwirkung von 30%iger Natronlauge auf Zellulose entstehende Umwandlungsprodukt der letzteren und die durch Säuren entstehende, auch Hydrozellulose enthaltende Fällung einer Lösung von Zellulose in Kupferoxydammoniak (169). Auch die aus einer Chlorzinkzelluloselösung abgeschiedene (170) aus Zellulosenitrat durch Ammonium- oder Natriumhydrosulfid zurückgebildete (171) und die aus Zellulose

durch Ammoniumpersulfat entstandene Zellulosemodifikation wurde als Azidzellulose angesprochen. Nicht trockengewordene Azidzellulose löst sich nicht in Ammoniak (122), ist unverändert löslich in 8%iger Natronlauge, wird von konz. Salzsäure unter allmählich fortschreitender Hydrolyse aufgenommen, reagiert sauer und soll bei der Azetolyse nach Skraup u. König nur 7% Zellobioseoktoazetat geben. Die Azidzellulose unterscheidet sich von der Hydrozellulose durch das Fehlen aldehydischer Eigenschaften. Nach Bumcke u. Wolffenstein (42) enthält die Azidzellulose Karboxylgruppen, ihre Zusammensetzung wird von den Forschern mit $C_{36}H_{60}O_{31}$ angegeben. Nach dem Trocknen der Azidzellulose nimmt diese einen hornartigen Charakter an; dieser Substanz kommt die Formel $C_{36}H_{60}O_{30}$ zu.

Über Zellulosederivate und andere Zellulosearten sei auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Zur Bestimmung der im Holze vorgebildeten Zellulosen hat man früher das F. Schulzesche (172) Mazerationsverfahren zumeist in der Modifikation von Henneberg (173) verwandt: 1 Gewichtsteil des Objektes wird in genügend zerkleinertem Zustande lufttrocken mit 0,8 Teilen Kaliumchlorat und 12 Teilen Salpetersäure vom spez. Gew. 1,10 (enthaltend 18% HNO_3) 12—14 Tage bei einer 15° nicht übersteigenden Temperatur in geschlossenem Gefäße digeriert, dann mit Wasser verdünnt, filtriert, gewaschen, sodann mit verdünntem Ammoniak $^3/_4$ Stunde lang auf 60° erwärmt, wieder filtriert, mit verdünntem kalten Ammoniak bis zur Farblosigkeit gewaschen und schließlich mit heißem Wasser nachgespült, getrocknet und gewogen. Etwa vorhandene Asche wird bestimmt und in Abzug gebracht. Doch hat sich in neuerer Zeit gezeigt, daß das Verfahren stark schwankende Werte liefert (175), indem einerseits die Zellulose beträchtlich angegriffen, andererseits nicht immer alles Lignin in Form wasser- und ammoniaklöslicher Oxydationsprodukte entfernt wird, ohne daß es gelingt, mit Sicherheit den einen oder den anderen Fehler auszuschließen (174). Hoffmeister (176) hat anstatt der Salpetersäure Salzsäure vom spez. Gew. 1,05 vorgeschlagen, jedoch blieben die Resultate genau so ungewiß. Auch eine größere Zahl von anderen Bestimmungsmethoden, welche Renker einer vergleichenden Prüfung unterzogen hat, erwies sich als nicht zulänglich. Am besten hat sich für die Zellulosebestimmung das Chlorierungsverfahren von Cross u. Bevan (7, 1 u. 7, 3) erwiesen: das gewogene Material wird $^1/_2$ Stunde mit 1%iger Natronlauge unter Ersatz des verdampfenden Wassers gekocht, gewaschen und in feuchtem Zustand einem langsamen Strome von gewaschenem Chlor 30—60 Minuten hindurch ausgesetzt, ein- bis zweimal mit Wasser gewaschen, mit 2%iger Lösung von Natriumsulfit übergossen, langsam zum Sieden erhitzt; dann werden 0,2% des Volumens an Natronlauge zugesetzt, und das Sieden wird noch 5 Minuten lang fortgesetzt. Nach dem Waschen mit heißem Wasser wird mit einer Lösung von Natriumhypochlorit oder Kaliumpermanganat gebleicht, zur Beseitigung der letzten Reste des Bleichmittels nach dem Filtrieren etwas wässrige schweflige Säure aufgetropft, gut ausgewaschen, getrocknet gewogen, eventuell die Asche in Abzug gebracht. Renker chlorierte bei 0° in einem Becherglase und mußte diese Operation abwechselnd mit der Natriumsulfitbehandlung sechsmal wiederholen, bevor es ihm gelang, eine ligninfreie Zellulose zu erhalten. Das Verfahren gestaltet sich somit gerade in seiner Anwendung auf das Holz recht umständlich, jedoch liefert es mit die größte Ausbeute an Zellulose. Aber auch bei diesem Verfahren entstehen Verluste. Die erhaltene Zellulose zeigte zwar keine Ligninreaktionen, enthielt jedoch, wie die Kupferzahl 4,8 beweist, etwas Oxyzellulose. Müller (177) gebraucht anstatt des Chlors Brom. Behandelt man vorher mit Kalzium- oder Magnesiumbisulfit im Einschmelzrohr, so werden die Resultate ungenau (178). Vielfache Anwendung findet auch das Wanderverfahren nach Henneberg u. Stohmann (179). Man kocht 3 g Substanz $^1/_2$ Stunde lang in 200 ccm 1,25%iger Schwefelsäure, gießt dann die Säure ab und kocht zweimal mit 200 ccm Wasser aus. Darauf wiederholt man das Auskochen mit 1,25%iger Kalilauge, wäscht mit Alkohol und Äther,

trocknet und zieht die Asche ab. Forbes u. Mensching (180) schlagen vor, nach der Behandlung mit H_2SO_4 bzw. NaOH durch einen Goochtiegel zu filtrieren [siehe auch Greifenhagen (182)]. Über die Asbestschicht wird eine 2 cm hohe Seesandschicht gehäuft, wodurch selbst die feinsten Faserstückchen zurückgehalten werden. Diese Methode gibt demgemäß höhere Resultate. Grégoire u. Carpiaux (181) haben einen Apparat zur Bestimmung der Zellulose nach Henneberg-Stohmann vorgeschlagen. Durochowski u. Tollens (183) behandeln die nach dem genannten Verfahren erhaltene Rohfaser mit Salpetersäure vom spez. Gew. 1,15 bei 80°. Über die Bestimmung der Zellulose, die Verwendung von Lösungsstoffen und die dazu verwendbaren Apparate haben noch folgende Autoren gearbeitet: C. Lange (184), S. Gabriel (185), M. König (186, 191), Lifschütz (187), Lebbin (188), Zeisel u. Stritar (189), Holdefleiß (190), Parry (192), Ed. Gary (193), Pickel (194), Forbes u. Mensching (195), Mac Nider (196), Edward Parker (197), Howell, D., Spears (198), Heiduschka u. Heinrich (199), R. Fauto u. W. Nikolitsch (200), Klaning (201), W. Huggenberg (202), Walter Löb (203), Hanns Stiegler (204), O. Nolte (205), Heuser, Sieber u. Haug (206, 207), G. Schwalbe (208), Becker (219), Sieber u. Walter (209 u. 210) Griffin (211), Lindet (212), Fellenberg (213), Johnsen u. Hovey (214), Dore (215), v. Wissel (216), Klason (217), Mahood (218).

In Schwalbes Chemie der Zellulose findet sich eine Tabelle, die den Zellulosegehalt einiger Hölzer angibt, bezogen auf lufttrockenes Holz:

Holzarten	Wasser %	Wasserextrakt %	Harz %	Zellulose %	Inkrustierende Substanzen %
Birke	12,48	2,65	1,14	55,52	28,21
Buche	12,57	2,41	0,41	45,47	39,14
Buchsbaum	12,90	2,63	0,63	48,14	35,70

(Fortsetzung)

Holzarten	Wasser %	Wasserextrakt %	Harz %	Zellulose %	Inkrustierende Substanzen %
Ebenholz	9,40	9,99	2,54	29,99	48,08
Eiche	13,12	12,20	0,91	39,47	34,30
Erle	10,70	2,48	0,87	54,62	31,33
Guajak	10,88	6,06	15,63	32,22	35,21
Linde	10,10	3,56	3,93	53,09	29,32
Kastanie	12,03	5,41	1,10	52,64	28,82
Kiefer	12,87	4,05	1,63	53,27	28,18
Mahagoni	12,39	9,91	1,02	49,07	27,61
Pappel (schwarz)	12,10	2,88	1,37	62,77	20,88
Tanne	13,87	1,26	0,97	56,99	26,91
Teak	11,05	3,93	3,74	43,12	38,16
Weide	11,66	2,65	1,23	55,72	28,74

Einige Angaben über vorhandene Zellulose seien noch hinzugefügt (Abderhalden). Es finden sich

	Zellulose
im Kastanienholz aus Südostfrankreich	27,07%
„ „ „ Südwestfrankreich	29,95%
„ „ „ Süditalien	27,32%
„ „ „ Korsika	27,05%
„ Quebrachoholz aus Gran Chaco (220)	27,99%
in 100 Teilen der Trockensubstanz der Birke	33,16%
in alter irischer Eiche	8,67%
im grauen Holz einer 1000 Jahr alten russischen Eiche	33,60%
im schwarzen Holz	31,00%
„ englischen Eichenholz	34,60%
„ Fichtenholz	28,29%

Es sei hier aber bemerkt, daß die Zellulosebestimmungszahlen je nach den angewandten Methoden variieren. Das veranschaulicht eine bei Renker (174) zusammengestellte Tabelle. (Siehe nebenstehende Tabelle.)

Unter Kupferzahl versteht man die Menge Kupfer, welche von je 100 g der zu untersuchenden Zellulose nach $^1/_2$stündigem Kochen mit Fehlingscher Lösung als Kupferoxydul ausgeschieden wird. Da die Menge Kupferoxydul bei den einzelnen Zellulosearten verschieden ist, dient diese Kupferzahl zu deren Charakterisierung. Man kocht 3 g Zellulose mit 200 g Wasser und 100 g Fehlingscher Lösung $^1/_2$ Stunde am Rückflußkühler unter ständigem Umrühren. Nach dem Abfiltrieren löst man den Rückstand in verdünnter Salpetersäure (6,5%) und bestimmt das Kupfer auf elektrolytischem oder maßanalytischem Wege. Der gefundene Wert auf

Verfahren	Material			
	Sulfitzellstoff %	Jute %	Holz %	Baumwolle %
Glyzerinschwefelsäure nach König (179)	74,15	—	—	—
Chlorgas nach Cross u. Bevan (118, 2)	97,9	84,5	60,55	97,85
Konzentriertes Chlorwasser (221)	97,65	83,4	57,1	94,7
Verdünntes Chlorwasser (174)	98,6	81,1	—	96,8
Dasselbe modifiziert nach Klason (217, 2)	98,1	83,3	57,95	97,1
Salpetersäure und Kaliumchlorat nach Schulze und Henneberg (173)	96,6	80,6	51,85	95,45
Salzsäure und Kaliumchlorat nach Hoffmeister (176)	98,05	79,2	58,1	96,45
Salpetersäure nach Cross u. Bevan (7)	98,25	82,5	57,15	96,15
Salpetrige Säure (16,2)	97,65	79,75	53,6	96,35
Salpeter und Schwefelsäure nach Lifschütz (187)	98,2	80,65	55,8	98,85
Kaliumpermanganat und Salpetersäure nach Zeisel u. Stritar (189)	90,6	70,95	43,35 40,2[1])	— 93,25
Kaliumpermanganat neutral (174)	98,5[1])	87,4[1])	—	—
Kaliumpermanganat und Essigsäure (174)	98,5	83,6	—	97,6
Kaliumpermanganat und Salzsäure (174)	97,9	82,9	43,0	96,65
Wasserstoffsuperoxyd (188)	96,05	—	—	96,55
Natriumhypochlorit (174) und (186, 2)	97,4	83,4	50,5	96,8
Phenol (222)	90,75	79,4	51,9	94,2

100 g Zellulose umgerechnet, ergibt die Kupferzahl. Bei dieser Bestimmungsart ist nicht berücksichtigt, daß auch Hydro- und Oxyzellulosen Kupfer reduzieren, und daß Zellulose Fehlingsche Lösung absorbiert. Man muß daher Hydratkupfer von der Kupferzahl abziehen und erhält dann die korrigierte Kupferzahl. Die Hydratzahl bestimmt man durch Einlegen in kalte Fehlingsche Lösung, die Kupferzahl in der Siedehitze, allerdings sind die Bestimmungen nicht ganz einwandfrei, zumal man nicht weiß, ob die Absorption des Kupfers in der Hitze genau so groß ist, wie in der Kälte.

Nach Gault u. Chandra Mukerji (360) läßt sich die Kupferzahl durch Anwendung der molybdomanganimetrischen Methode nach Fontès-Thioville (361) sehr gut bei Zellulose und Hydrozellulose bestimmen. In einem Pyrexkolben, der mit einem Rührer und einem Rückflußkühler versehen ist, wird verdünnte Fehlingsche Lösung auf 100 bis 120° erhitzt, dann wird etwa 1 g Zellulose hinzugefügt und noch 15 Minuten weiter gekocht. Die mit Cu_2O beladene Zellulose wird abfiltriert und das Cu_2O sofort im Phosphormolybdänsäurereagens gelöst. Aus der Lösung läßt sich dann die Kupferzahl bestimmen.

[1]) Wegen Ligningehalts unbrauchbar.

Die im Holze vorgebildeten Hemizellulosen lassen sich als solche nicht isolieren, da sie durch alle Mittel, welche zur Abspaltung und Entfernung des Lignins verwandt werden, ebenso angegriffen und bis zu Monosacchariden herab abgebaut werden. Daß sie überhaupt im Holz vorhanden sind, beweist die Anwesenheit der Hexosen Mannose und Galaktose in den Sulfitlaugen der Zellstoff-Fabriken (166). Auch finden sich die beiden Zuckerarten nach dem Kochen von Holz mit nicht oxydierenden verdünnten Mineralsäuren. Krause fand nach dem Kochen von Holz mit einer Lösung von Kalziumbisulfit nach dem Mitscherlich-Verfahren und Ritter-Kellner-Verfahren in den Ablaugen folgende Mengenverhältnisse von:

	Mitscherlich	Ritter-Kellner
Gesamtzucker	1,48%	1,47%
Pentosen (Xylose)	0,47%	0,41%
Mannose	0,48%	0,48%
Galaktose	0,01%	0,01%
Fruktose	0,28%	0,25%
d-Glukose	—	Spuren (223)

Diese Zahlen zeigen, daß unter den gewöhnlichen technischen Verhältnissen durch die Bisulfitlösung keine oder nur wenig Glukose aus der Zellulose gebildet wird, daß vielmehr die vorhandene Hemizellulose eine Spaltung erfährt.

Zur Charakteristik der Hemizellulosen im allgemeinen, somit auch der des Holzes, sei darauf hingewiesen, daß sie nach E. Schulze (129) von verdünnten Mineralsäuren nicht nur beim Kochen leicht gänzlich hydrolisiert, sondern auch in der Kälte gelöst werden, daß sie sämtlich durch verdünnte Alkalilaugen bereits in der Kälte, rascher bei erhöhter Temperatur in Lösung gebracht und durch Oxydationsmittel leichter angegriffen werden als die Zellulose. So wirkt z. B. schon 1%ige Salzsäure. Manche Hemizellulosen geben die bekannte Jodreaktion der Zellulose, einige färben sich schon durch verdünnte Jodlösung blau, wieder andere reagieren nicht darauf. Mit Glyzerin auf 300° erhitzt, lösen sich alle Hemizellulosen im Gegensatz zu der echten Zellulose. Die chemische Konstitution der Hemizellulosen ist verschieden. Bei der Hydrolyse entstehen Dextrose, Mannose, Galaktose, Xylose oder Arabinose, und man unterscheidet daher zwischen Dextranen, Mannanen, Galaktanen usw. Entstehen jedoch bei der Hydrolyse Dextrose und Mannose oder Galaktose und Arabinose zugleich, so spricht man von Dextro-Mannanen, Galakto-Arabanen usw. Reiß bezeichnet die Zellwandbestandteile, die in Mannose übergeführt werden als Reservezellulose. Jedoch kann man den Ausdruck Reservezellulose für Hemizellulosen nicht allgemein anwenden, weil z. B. Hemizellulosen in Samen vorhanden sind, die gar nicht der Ernährung des Embryos dienen. Erwähnt sei noch, daß in Hölzern auch Reservezellulose vorhanden ist (224). So zeigen im Herbst die Zellen der primären Rinde und des Leptoms stark verdickte Wandungen, die sich im Frühjahr unter Lösungserscheinungen verändern. Bei den Gymnospermae ist reichlich Mannan vorhanden, und zwar mehr im Splint als im Kernholz. Im letzteren findet es sich besonders reichlich in den unteren Stammteilen, nach aufwärts allmählich abnehmend.

Hemizellulosen werden nach kurzem zur Hydrolyse nicht ausreichendem Erhitzen mit verdünnter Salzsäure in Kupferoxydammoniak löslich.

Die Pentosane entstehen nicht bei der Photosynthese (225), sondern sind als Abbauprodukte aufzufassen, und zwar sollen nach Lippmann (119, 226, 227) Hexosemoleküle, Zellulose, Hemizellulose, also Polysaccharide, unter Abgabe von Kohlensäure oxydiert werden etwa nach der Formel

$$5\,(C_6H_{10}O_5) - H_2O = 6\,(C_5H_8O_4).$$

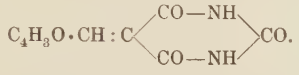
Die Pentosane sind immer bei Gegenwart von Zellulose anzutreffen, und beide entstehen fast zu gleicher Zeit (228). Die Menge an gelösten Pentosanen ist in den Pflanzen gering, an ungelösten aber erheblich. Im fertiggebildeten Holz werden Pentosane nicht gebildet. Daneben kommen im Holz auch Methylpentosane vor, die auch in verschiedenen Gummiarten nachgewiesen werden konnten (229).

Sebelin fand im Holze (231)	Methylpentosan	Pentosan
einer 18jähr. Eiche . .	2,26%	19,06%
„ jungen Eiche . .	2,31%	18,60%
der Zeder	2,90%	12,36%
„ Fichte	4,70%	10,03%
„ Birke	2,68%	23,59%
„ Esche	2,95%	17,24%
des Birnbaums (230) .	—	23,78%
der *Ilex quercifolia* (178, 2)	—	24,67%
„ *Crataegus oxyacantha*	—	25,00%
„ Rotbuche	—	30,00%

Die Pentosane geben beim Erhitzen mit Salz- oder Schwefelsäure Furfurol, die Methylpentosane Methylfurfurol. Beim Erhitzen der Pentosane mit 12%iger Salpetersäure und Phlorogluzin erhält man eine rotgefärbte Flüssigkeit, die ein bestimmtes Absorptionsspektrum zeigt. Ähnlich verhält sich eine durch Kochen mit Salzsäure und Orzin hergestellte Lösung. Durch kochendes Glyzerin werden die Pentosane zerstört. Xylan und Araban sind in Kupferoxydammoniak löslich.

Zur Bestimmung der Pentosane destilliert man das Material mit einer Säure und bestimmt das erhaltene Furfurol, indem man das Destillat mit Salzsäure ansäuert und Phlorogluzin hinzufügt. Das erhaltene rote Furfurolphlorogluzid wird nach eintägigem Stehen, oder wenn man in der Hitze gefüllt hat (80—85°), nach kürzerer Zeit (233) abfiltriert, gewaschen, getrocknet und gewogen. Bei größeren Mengen dividiert man das Resultat durch 1,93, bei kleineren durch 1,82. Da aber Methylfurfurol meist, wenn auch in geringen Mengen, in Pflanzen vorkommt, entfernt man das Methylfurfurolphlorogluzid durch Ausziehen mit Alkohol (234)

Erwähnt seien hier die Kröberschen Tabellen zur Bestimmung der Pentosane und seine Zusammenstellung der Arbeitsmethoden in der Technik (235). Andere Verfahren haben Tollens (5, 2, 236), De Chalmot (237), Jäger u. Unger (238), Hotter (239) und Flohil (240) vorgeschlagen. So fällte Tollens das Furfurol mit Ammoniak als Hydrofurfuramid, De Chalmot u. Tollens mit Phenylhydrazin als Furfurolhydrazon $C_6H_4ONO_2HC_6H_5$, wobei sie die Lösung mit NaCl (241) versetzten, da das Hydrazon in Natriumchloridlösung unlöslich ist. Jäger u. Unger kondensieren das Furfurol mit Barbitursäure und bestimmen daraus das Pentosan.



Hotter schmilzt das salzsaure Destillat mit Pyrogallol in Röhren ein und erhitzt auf 100—110°. Aus dem Kondensationsprodukt berechnet man das Pentosan.

$$C_5H_4O_2 + C_6H_6O_3 \longrightarrow C_{11}H_{10}O_5$$
$$2\,C_{11}H_{10}O_5 \longrightarrow C_{22}H_{18}O_9 + H_2O.$$

Flohil benützt Fehlingsche Kupferlösung, das abgeschiedene Kupferoxydul wird gewichtsanalytisch bestimmt. Titrimetrisch kann das Furfurol ebenfalls bestimmt werden: Günther u. Tollens titrieren mit Phenylhydrazinlösung unter Anwendung von Anilinsulfat als Indikator (242), Stone verwendet Fehlingsche Lösung als Indikator (243). Jolles (244) gibt dem Destillat Bisulfitlösung im Überschuß zu und titriert mit Jodlösung zurück.

In vielen Laubhölzern ist ein Pentosan, das Xylan, vielfach angetroffen worden (245, 246). Neben Eschen-, Birken-, Erlen-, Weiden-, Kirsch-, Pappelholz usw. ist das Rotbuchenholz besonders reich daran. Die folgende Tabelle gibt ein Bild über das Vorkommen der Pentosane [Abderhalden (8)].

Holz von:	% Xylan
Betula alba (247)	25,28
Alnus glutinosa Gaertn. (248)	7,0
Alnus incana W. (249)	6,85
Zelkowa acuminata Ph. (249)	13,2
Gingo biloba (249)	etwa 2,5
Podocarpus macrophylla Don (249)	2,9
Torreya nucifera (249)	2,7
Pinus silvestris (250)	9,0
Pinus parviflora (249)	4,2
Pinus Thunbergii Parl. (249)	4,56
Picea excelsa Lk. (250, 251)	etwa 8,8
Abies pectinate DC. (250)	etwa 0,25
Abies firma Sieb u. Zucc (249)	0,96
Chamaecyparis obtusa Sieb u. Zucc (249)	2,4
Populus nigra L. (250)	3,25
Juglans mandschurica Max (249)	7,0
Juglans cinerea L. (250 u. 252)	4,56
Fagus Sieboldii Endl. (249)	19,7
Castanea vesca G. (249)	4,77
Quercus acuta Thbg. (249)	0,6
Cladestris amurensis Benth (253)	etwa 12,0
Phellodendron amurense Qupr. (249)	6,58

Das Xylan hat nach Johnson (254) die Zusammensetzung $C_5H_8O_4$ oder $C_{10}H_{18}O_9$. Es stellt ein klebriges, weißes Pulver dar, quillt in Wasser auf und löst sich, frisch dargestellt, zu einer opalisierenden Flüssigkeit. Durch angesäuerten Alkohol wird es aus seinen Lösungen gefällt, in dünnen Lösungen durch Spuren von Salzsäure, Barythydrat, Kalzium, Natriumchlorid und anderer Salze. Getrocknetes Xylan löst sich nicht in Wasser, dagegen in Kupferoxydammoniak, heißem Ammoniak und Natronlauge. Durch ClO_2 wird es angegriffen. Durch Jodschwefelsäure wird trockenes Xylan schmutzigviolett und dann grün gefärbt. Das Xylan aus Koniferen färbt sich blau. Von den verschiedenen Darstellungsmethoden sei die von Schmidt-Graumann (255) erwähnt. Ligninfreies Buchenholz (100 g) wird mit 1 L NaOH (5%) 24 Std. bei Zimmertemperatur behandelt. Aus dem Filtrat fällt man die Xylannatriumverbindung durch Zusetzen eines doppelten Volumens Alkohol. Die Na-Verbindung wird durch Eisessig zersetzt und das Xylan im Soxhlet durch Alkohol und Äther extrahiert.

Das Lignin ist durch eine Anzahl von Reaktionen ausgezeichnet, die als besonders charakteristisch für den Verholzungszustand der Zellwand, als maßgebend für die Deutung wichtiger Veränderungen der Holzsubstanz unter der Einwirkung einiger chemischen Agentien und als Orientierungsmittel für die Beurteilung der Konstitution des Holzes gelten.

Farbenreaktionen. Anilin (256), Metaphenylendiamin und seine Homologen und eine große Zahl anderer Amine der aromatischen Reihe, alle in Form ihrer in Wasser gelösten Salze, färben verholzte Gewebe — jedoch nicht dauernd — gelb, Dimethylparaphenylendiamin (257) rot,

Thallinsulfat (258) dauernd orangegelb. Die Anilinreaktion wurde von Runge u. Schapringer für einzelne Holzarten als charakteristisch befunden, während Wiesner gezeigt hat, daß sie allen verholzten Geweben und Fasern gemeinsam ist ebenso wie die nachfolgende Phlorogluzinreaktion. Wiesner ist auch die Einführung dieses Reagens in die Pflanzenanatomie und die des Phlorogluzins in die Untersuchung des Papiers auf Holzstoff zu danken.

Gelbfärbungen werden weiterhin hervorgerufen durch:

Paratoluidin (274), Xylidine (260), Metadiamidobenzol (261), Phenylhydrazin in essigsaurer oder salzsaurer Lösung (262), Ortho- und Para-Amidophenol, Para-Anisidin, Para-Phenetidin, Ortho-Brom-Anisidin, Ortho-Brom-Phenetidin, Chinolin, Coniin und Benzidin (gelb-rotorange) (314).

Verholzte Wände färben sich rot durch: Ortho-, Meta- und Paranitroanilin und Salzsäure (265), Di- und Tetramethylparaphenylendiamin (fuchsinrot) (257), Dimethylamidoazobenzol in saurer Lösung (267), α- und β-Naphthylamin, β-Phenylendiamin, o-Nitranilin und verschiedene Diazoniumverbindungen in alkalischer Lösung (ziegelrot) (257), Orzin $C_6H_3CH_3(OH)_2$ (1, 3, 5) und Salz- oder Schwefelsäure (rot — rotviolett), Phlorogluzin und Salzsäure (rotviolett) (256, 257, 266, 268, 269), Indol und Salzsäure (273, 274, 275) (kirschrot), ebenso Skatol, Carbazol und Salzsäure (276), Methylheptenon und Salzsäure (purpurrot) (277), Pyrrol (256, 268, 274, 277), Amylalkohol und Schwefelsäure (rot-blaurot) (278), Lepidin $C_9H_6CH_3N$ und Salzsäure (268), Ursoltartrat (rotrotbraun) (315), aufeinanderfolgende Behandlung mit Kaliumpermanganat, Salzsäure und Ammoniak (tiefrot-karminrot) (279) und schließlich durch $^1/_2$ stündiges Erwärmen mit Zink- oder Bleioxyd und darauf folgendes Hinzufügen von konz. Schwefelsäure (280).

Goldorange bis orange Färbungen werden hervorgerufen durch Diphenylamin und Salzsäure (281), Dimethyl-metaphenylendiamin (257, 2), Tetrahydro-parachinanisolsulfat (283), Toluylendiamin (283), Thallinsulfat (283).

Violette bis blaue Färbungen ruft Isobutylalkohol und Schwefelsäure hervor (278). Eine blaue Farbe entsteht beim Behandeln mit Kobaltorhodanlösung (284).

Eine Braunfärbung bewirken: Paraamidodiphenylamin (282), Nitrotoluidin (282), 18—36%ige H_2SO_4 bei gewöhnlicher Temperatur (257, 2), salpetrige Säure (257, 2), Vanadylphosphatlösung (285).

Grüne Farben treten auf durch α-Naphthol und Schwefelsäure (268), Thiophen in alkoholischer Lösung und H_2SO_4 (268), Glukol und Salzsäure (286, 287), Rhamnal und Diazetylrhamnal und Salzsäure (287).

Blau bis grünblau werden verholzte Membranen gefärbt durch: Phenol und Salzsäure (256, 1, 256, 4, 257, 2, 274, 288), Thymol (1, 4, 3) mit Kaliumchlorat und Salzsäure (261, 2), Brenzkatechin (256, 3, 257, 2), Resorzindiaethyläther (erst grün, dann in Blau übergehend) (257, 2), Pyrogallol (256, 3, 257, 2, 268, 274), α-Naphthol und Salzsäure (261, 269, 289), β-Naphthol mit Salz- und Schwefelsäure (268, 289).

Grünlich bis gelblichgrüne Färbungen werden erzielt durch: Anisol und Salzsäure (268, 274), Thymol mit Kaliumchlorat und Salzsäure (261), Kresol und Salzsäure (232, 1), Guajakol und Salzsäure (232, 257, 2), Pyrogalloldimethyläther und Salzsäure (257, 2), Anethol und Salzsäure (268, 291), HCl, HBr, HJ und HF (278, 292).

Blauviolett wird die verholzte Zellmembran durch Phlorogluzindimethyläther und Salzsäure (257, 2) gefärbt und durch Isobutylalkohol und Schwefelsäure (violett-blau).

Die Phlorogluzinreaktion ist eines der empfindlichsten und das häufigst angewandte Mittel zur Erkennung des Lignins. Die Reaktionen mit den einhydroxyligen Phenolen fallen besser aus, wenn man zu deren Lösungen etwas Kaliumchlorat bringt (259). Der Eintritt der Färbungen mit solchen Phenolen wird durch direktes Sonnenlicht beschleunigt, dabei werden auch die Farbtöne vertieft.

Als Ursache der grünen bis blaugrünen Färbungen der Holzsubstanz mit Phenolen nahm man die Gegenwart des Koniferins

an (290), das wohl von Tiemann u. Haarmann im Kambialsafte der Koniferen gefunden, aber niemals aus dem Holz isoliert worden ist. P. Klason (217, 2) vertritt die Ansicht, daß das Lignin im wesentlichen ein polymerisiertes Kondensationsprodukt des Koniferylalkohols und Oxykoniferylalkohols sei und daß diese die in Rede stehende Farbenreaktion bewirken. Die Phlorogluzin- und Anilinreaktion ist nach Singer (274, 2) auf die Gegenwart von Vanillin im Holze zurückzuführen, namentlich nachdem er gefunden hatte, daß nach dem Erhitzen des Holzes über 215° die Reaktion nicht mehr eintrat infolge der Zerstörung des Vanillins. Ihl (268) sieht diese Ligninreaktionen als Zimtaldehydreaktionen an.

Auch Seidel (270) und Grafe (278) fanden in der Sulfitlauge Vanillin, Bräutigam (271), ebenso von Lippmann in anderen Hölzern (272). Viele andere Forscher sehen das Koniferin, das hydrolisierte Glukose und Vanillin liefert, als einen Bestandteil des Holzes an (217, 4, 256, 4, 261, 2, 274, 278, 283, 288, 2), ganz besonders. weil das Koniferin ähnliche Farbenreaktionen gibt, wie die verholzten Membranen.

Diese Deutungen wurden jedoch durch Nickel (260, 2), Seliwanoff (264), Ihl (268), Erdmann (277) u. Klason (217, 5) verworfen, indem sie nur zugaben, daß die verschiedenen Farbenreaktionen der verholzten Zellwand auf aromatische Aldehyde im allgemeinen hindeuten. Diese Ansicht wird gestützt durch die Fähigkeit des Holzes, sich in Berührung mit einer Lösung von fuchsinschwefliger Säure zu röten, aus Goldchlorid- und aus ammoniakalischen Silbersalzlösungen die Edelmetalle, aus kochender Fehlingscher Lösung Kuprooxyd, aus den gemischten Lösungen von Ferrichlorid und Kaliumferrizyanid (rotem Blutlaugensalz) Turnbullsblau abzuscheiden, und sie läßt sich auch vereinen mit der lösenden Wirkung, welche freie schweflige Säure und deren saure Salze auf den Ligninkomplex ausüben, endlich auch mit dem Ausbleiben vieler Ligninreaktionen nach vorheriger Einwirkung von schwefliger Säure, sauren Sulfiten, Hydroxylamin oder Phenylhydrazin auf das Holz. Wichelhaus u. Lange (290) erhielten bei der Destillation von Holz bei 180° und Ausschütteln des wässrigen Destillats mit Äther einen ölhaltigen Körper, der nicht nach Vanillin roch, wohl aber mit Phlorogluzinsalzsäure die Rotfärbung ergab. Nach Czápek (232) wird die Phlorogluzinreaktion einzig und allein durch das von ihm aus dem Holz nur in sehr geringer Menge dargestellte Hadromal bewirkt, welches jedoch wegen zu geringer Ausbeute nur unvollkommen untersucht werden konnte und welches Grafe (278) für unreines Vanillin hält. Daß der Farbton der Phlorogluzinreaktion des Lignins mit dem Scharlachrot der analogen Vanillinreaktion nicht übereinstimmt, will Grafe (278) durch das bei der Ausführung der Holzreaktion nicht zu vermeidende Auftreten des Brenzkatechins und Methylfurfurols erklären. Die Menge der aldehydartigen Substanzen im Lignin, beurteilt nach der Kupferzahl und anderen numerisch feststellbaren Aldehydreaktionen, ist sehr gering. Es gibt auch Forscher, die erklären, daß die Rotfärbung mit Phlorogluzinsalzsäure eine Furfurolreaktion sei, daß also die durch die Einwirkung der Salzsäure gespaltenen Pentosane die Reaktion ergeben (291—293). Dem ist entgegenzuhalten, daß die Pentosereaktion sich nur in der Hitze vollzieht, die des Holzes nur in der Kälte.

Grafe hält das Methylfurfurol, das er im Holz fand, für den Verursacher der Farbenreaktion, ferner werden Eugenol, Zimtaldehyd (268), ja selbst ein Harz, das als Bestandteil der verholzten Membranen angesehen wird, verantwortlich gemacht. Zur Reaktion mit Kaliumpermanganat, Salzsäure und Ammoniak nach Mäule (279) sei bemerkt, daß nicht überall da, wo diese Reaktion angewandt wurde, eine Übereinstimmung mit der Phlorogluzinreaktion erzielt wurde. Daher nimmt Mäule an, daß diese Reaktion nicht durch denselben Bestandteil im Holz hervorgerufen wird. Behandelt man Holz mit Hydroxylamin, dann tritt keine Phlorogluzinreaktion ein, wohl aber die Manganreaktion.

Bei der Einwirkung von Chlor und Brom bilden sich halogenisierte Umwandlungsprodukte des Lignins, die sich in einer Lösung neutralen Natriumsulfits unter Orangerot- bis Braunfärbung lösen.

Cross und Bevan (7) halten das entstehende Produkt für Chinonchlorid, eine Annahme, die auch ihre Gegner (294) gefunden hat.

Die Grünfärbung durch konzentrierte Salz- oder Bromwasserstoffsäure führt Grafe auf Methylfurfurol und Koniferin zurück. Die Violettfärbung durch Salzsäure allein bei einzelnen Hölzern wird durch das Vorkommen von Phlorogluzin in den Parenchymzellen erklärt (295). Die Violettfärbung beim Erhitzen von Koniferenhölzern mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure rührt von den in ihnen enthaltenen Harzen her, ist daher keine Ligninreaktion (296).

Die sich häufig mit der Verholzung deckende Gelbfärbung von Zellwänden durch salpetersaure Ammoniummolybdatlösung ist wohl durch eingelagerte Phosphate oder Kieselsäure verursacht (297). Einzelne der angeführten Farbenreaktionen, besonders die Wiesnersche Phlorogluzinreaktion und die Wurstersche Reaktion (Rotfärbung mit alkalischer Lösung von Dimethyl- oder Tetramethyl-p Phenylendiamin) hat man zur Bestimmung der Holzschliffmenge im Papier verwandt

Es seien nun noch einige Färbemethoden erwähnt, die bei mikroskopischen Untersuchungen vielfach Anwendung finden:

Doppelfärbungen ermöglichen es, neben verholzten Geweben andere erkennbar zu machen. Durch wässrige Methylgrünlösung und darauffolgendes Einlegen in Karmalaun werden verholzte Wände grün, unverholzte karminrot gefärbt, gute Doppelfärbungen lassen sich auch erzielen mit Nitro-Nigrosin und Pikroanilinblau. Durch das Pikrin werden die verholzten, durch das Anilinblau und das Nigrosin die übrigen Teile des Schnittes gefärbt. Solidgrün - Deltapurpurinfärbungen geben dem Holz eine Grünfärbung, dem übrigen Gewebe eine Rotfärbung. Zu erwähnen sind ferner die Doppelfärbungen Hämatoxylin-Safranin, Hämatoxylin-Benzopurpurin, Karmalaun-Methylenblau, Chrysoidin - Kongorot (298), Chrysoidin-Azurin, Chrysoidin-Purpurin, Berlinerblau-Safranin (299), Hämatoxylin-Naphthylamin (300).

Zur Unterscheidung von Holz und Kork verwendet man Dimethylamidoazobenzol in schwach salzsaurer oder essigsaurer Lösung, wobei Holz eine rote, Subarin und Kutin eine gelbe Farbe annehmen (301). Sudan II und Brillantblau geben dem Kork eine Rotfärbung, verholzten Membranen eine Blaufärbung (302) (siehe auch bei »Kork«), Neutralviolett (303) färbt Holz und Kork dunkelviolett, Pektinverbindungen rotbraun.

Die Verholzung von Membranen geschieht, solange die Zelle lebt (304—307). H. Wislicenus, Jost, Kleinstück (308), Sonntag (309) u. Jonas (310) haben über die Verholzungserscheinungen berichtet. Letzterer nimmt an, daß es sich um einen Additionsprozeß der Hexosen bzw. Pentosen handelt, und zwar werden kondensierte Furanringe azetyliert und methyliert.

Das Lignin kann aus Lignozellulose dargestellt werden, indem man überkonz. Salzsäure auf diese einwirken läßt. Die Zellulose wird herausgelöst, während das Lignin zurückbleibt (311, 312). Es empfiehlt sich, das Holz vorher mit Azeton und Alkohol auszulaugen, um Harze und Fette und andere Bestandteile zu entfernen. Da Lignin durch Chlordioxyd angegriffen wird, kann man dieses zur indirekten Bestimmung des Lignins verwenden. Nach Schmidt u. Graumann (313) wird entharztes, fein gemahlenes Kiefernholzmehl bei 78° und 0,5 mm Druck bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Nach 24 stündigem Einwirkenlassen einer bestimmten Menge $^n/_5\,ClO_2$-Lösung bei gewöhnlicher Temperatur auf Holz wird abfiltriert und gewaschen, bis alles Cl entfernt ist. Danach erhitzt man 1—$1^1/_2$ Stunden mit 2%iger Natriumsulfitlösung. Diese Manipulationen werden solange wiederholt, bis die Skelettsubstanz inkrustenfrei ist.

Eine andere Methode von Benedikt u. Bamberger (316) gründet sich darauf, daß Holz mit Jodwasserstoffsäure Methyljodid liefert, während das bei Zellulose nicht der Fall ist. Das zu untersuchende Holz wird mit Jodwasserstoffsäure, der 8% Essigsäureanhydrid beigegeben sind, der Destillation unterworfen. In dem abdestillierten Methyljodid wird das Jod als Jodsilber bestimmt.

Nachfolgende Tabellen mögen den Ligningehalt verschiedener Hölzer (7) veranschaulichen:

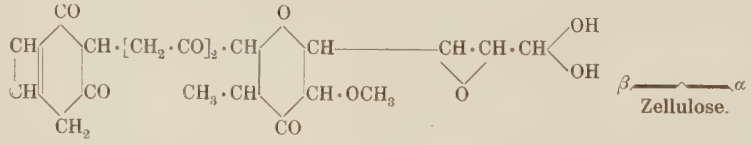
Holzart	Wassergehalt %	In Wasser lösliche Substanz %	Harz %	Zellulose %	Nichtzellulose (die hier als Lignin angesehen werden kann) %
Tanne	13,87	1,26	0,97	59,99	29,91
Fichte	12,87	4,05	1,63	53,27	28,18
Eiche	13,12	12,20	0,91	39,47	34,30
Rotbuche	12,57	2,41	0,41	45,47	39,14
Betula alba	12,48	2,65	1,14	55,52	28,21
Linde	10,10	3,56	3,93	53,09	29,32
Espe	12,10	2,88	1,37	62,77	20,88
Weide	10,66	2,65	1,23	55,72	28,74
Alnus glutinosa	10,70	2,48	0,87	54,62	31,33

Gute Vergleichswerte geben die Methylzahlen, d. h. die Zahlen, welche die Mengen des abspaltbaren Methyls (siehe oben) in Zehntelprozenten angeben. Zemplén gibt davon eine Zusammenstellung (317):

Stammpflanze und Vorbereitung derselben	Wassergehalt %	Methylzahl lufttrocken	Methylzahl bei 100° getrocknet
Acer pseudoplatanus, Stamm	10,38	27,5	30,6
Acer pseudoplatanus, Stamm extrahiert mit Wasser, Alkohol und Äther	—	—	30,5
Acer pseudoplatanus, Holzschliff, Stamm	6,78	28,5	30,6
Robinia pseudoacacia, Holzschliff, Ast	9,73	21,4	23,7
„ „ „ „ extrahiert	7,99	22,6	24,5
Betula alba, dreijähriger Stamm	16,04	21,6	25,7
Pirus communis, Stamm	10,18	28,8	32,1
Quercus pedunculata Erh., Stamm	10,02	25,8	28,6
„ „ „ „	8,49	24,1	26,3
Alnus glutinosa, Stamm	9,09	26,3	28,9
Fraxinus excelsior, Stamm	8,56	24,8	27,1
„ „ Holzschliff, Stamm	10,06	24,2	26,9
„ „ „ „ extrahiert	10,36	23,9	26,6
„ „ „ Ast	10,32	27,1	30,2
„ „ „ „ extrahiert	7,29	27,0	29,1
Abies excelsa, Stamm	7,72	19,9	21,5
„ „ „	10,34	20,2	22,5
„ „ „	9,72	21,6	23,9
„ „ aus dem Zentr. des vieljähr. Stammes	12,06	22,7	25,9
„ „ aus den jüngsten Jahresringen	10,49	20,8	23,2
„ „ Holzschliff vom Stamm	11,04	21,0	23,6
Pinus silvestris, „ „ „	9,62	20,4	22,5
Pinus laricio, Stamm	10,08	18,6	20,5
„ „ „	0,85	19,4	21,2
Prunus avium, „	9,28	21,6	23,8
Larix europaea, „	11,21	17,7	11,9
Tilia parvifolia, „	7,50	23,7	25,6
Swietenia mahagoni, Stamm	9,46	24,1	26,6
Juglans regia, Stamm	9,32	20,6	22,7
„ „ Nußschalen	9,34	33,9	37,4
Populus alba, Holzschliff vom Stamm	6,73	24,2	25,9
Fagus silvatica, Stamm	9,82	27,3	30,2
„ „ „	7,40	24,3	26,2
„ „ Holzschliff vom Stamm	9,65	24,4	27,0
Ulmus campestris, Stamm	10,29	26,2	29,2
„ „ Holzschliff vom Ast extrahiert	8,42	25,2	27,5
Abies pectinata, Stamm	8,40	22,5	24,5
Salix alba, Stamm	7,67	21,4	23,1
Carpinus betulus, Stamm	8,87	24,3	26,6
Larix europaea, Stamm	9,31	24,3	26,8

Die ungleiche Zusammensetzung der Hölzer und, wie wir später sehen werden, die Verschiedenheit der Lignosulfonsäuren, welche aus je einer bestimmten Holzart entstehen, genügen, um das Lignin des Charakters einer einheitlichen Substanz zu entkleiden. Dazu kommt noch, daß das Lignin von der Zellulosegrundlage nicht getrennt werden kann, ohne daß es dabei eine Zersetzung erfährt. Von Forschern seien hier genannt: Bühler (318), Ungar (257, 2), Payen (319), Renker (320) u. a. Payen fand für Lignin bei der Elementaranalyse $C_{35}H_{24}O_{10}$, Schuppe (321) $C_{19}H_{18}O_8$, Fremy (322) $C_{36}H_{20}O_{16}$, Schulze (323) $C_{38}H_{24}O_{20}$, J. Erdmann (324) $C_{30}H_{46}O_{21}$. Man hat — es soll hier nur einer der indirekten Wege angeführt werden —, um wenigstens annähernd einen Einblick in die Struktur des Lignins zu erhalten, das durch Kalziumbisulfit oder NaOH in Lösung gehaltene Lignin analysiert. In den Sulfitlaugen ist das Lignin als Ligninsulfonsäure bzw. deren Kalziumsalze vorhanden, daneben finden sich Pentosane, Hexosane, Glukose, Fruktose, Galaktose, Mannose, Xylose, Ameisensäure, Essigsäure, Vanillin und Furfurol. Klason (217) hat die Ligninsulfonsäuren untersucht. Das Fichtenholzlignin besteht nach seiner Ansicht aus zwei Drittel Acroleïn- oder α-Lignin und zu einem Drittel aus Kareonyl- oder β-Lignin; das α-Lignin $C_{22}H_{22}O_7$ enthält eine Azetylgruppe, die die Essigsäure in den Sulfitlaugen liefert, der andere Teil des α-Lignins wird zum Kalziumsalz der α-Lignosulfonsäure $C_{20}H_{21}O_6 \cdot SO_2OH$. Das β-Lignin ist nach der Formel $C_{19}H_{18}O_7$ zusammengesetzt. Das α-Lignin soll aus zwei Molekülen Koniferylaldehyd, das β-Lignin aus einem Molekül Koniferylaldehyd und einem Molekül Kaffeesäure entstanden sein, ferner sollen das α- und β-Lignin unter sich gebunden direkt an Zellulose gekettet sein. Diese Ansicht vertritt auch Erdmann (324). H. Wislicenus ist jedoch der Meinung, daß das Lignin durch das Kolloid Zellulose regellos aus dem Kambialsafte absorbiert werde. Dazu sagt Zeisel (25): »Eine derartige Auffassung der Beziehungen zwischen den Kohlehydraten, insbesondere den Zellulosen des Holzes und dem Lignin, bedeutet in gewissem Sinne eine Rückkehr zu der alten Anschauung von Payen, derzufolge die Verholzung der Zellwandung in einer Inkrustation oder Einhüllung der ursprünglichen Zellulose durch fremde Stoffe besteht.« Klason nimmt weiter an, daß das Lignin nach dem Flavontypus gebaut ist:

Lignin enthält hiernach einen aromatischen und einen hydroaromatischen Kern. Die von Cross u. Bevan aufgestellte Formel faßt den Ligninkomplex als eine Keto-R.-Hexangruppe auf, die durch CH_2CO-Reste an einen Pyrronring gekoppelt ist:



Diese Formel von Cross u. Bevan stellt eine Hypothese dar; teilweise sind durch sie eine Reihe von Eigenschaften des Lignins gut charakterisiert. Dieser Formel pflichten auch Dorée u. Cunningham (328) bei. v. Fellenbergs (329) Formel lautet $C_{22}H_{19}(CH_3)_2O_9$. Beckmann, Liesche u. Lehmann (330), die das Lignin nach einem besonderen Verfahren darstellten, sind auf Grund ihrer Analysen zu Formeln gekommen, die in der Nähe von $C_{40}H_{44}O_{15}$ liegen. Sie konnten feststellen, daß Lignin vier Methoxylgruppen und vier benzoylierbare Hydroxylgruppen besitzt. Unklarheit besteht auch darüber, ob das Lignin eine aromatische Struktur besitzt oder nicht. Cross u. Bevan, Klason, Beckmann, Liesche (331) und andere Autoren sprechen sich nach eingehenden Untersuchungen für die aromatische Struktur aus, der Ungar (257) mit der An-

sicht entgegentritt, daß dann bei der Oxydation doch wenigstens Benzolkarbonsäuren entstehen müßten.

Fest steht jedoch, daß Lignin Methoxylgruppen und Azetylgruppen besitzt. Häuser u. Skiölderbrand (332) glauben den bei der trockenen Destillation erhaltenen Methylalkohol lediglich aus Lignin entstanden. v. Fellenberg (329) unterscheidet nach seinen Untersuchungen im Lignin zwischen Methylestern und Methyläthern. Nach Cross u. Tollens (333) entsteht bei gelinder Hydrolyse (110°) neben Essigsäure auch Ameisensäure aus Holz. Daneben finden sich auch Äthoxylgruppen (334) und Formylgruppen. Pringsheim u. Magnus (335) konnten feststellen, daß die Zahl der Azetylreste schwankend ist und beim Weißbuchenholz größer ist als beim Fichtenholz.

In den Sulfitlaugen, die bei der Darstellung der Zellulose nach dem Mitscherlichschen Verfahren (Erhitzen von Koniferenholz mit einer Lösung von Kalziummagnesiumbisulfit in geschlossenen Gefäßen bei 125°) Lignosulfonsäuren als Kalzium- oder Magnesiumsalze enthalten, finden sich außerdem d-Glukose, Mannose, Galaktose, Xylose, Methylpentose und die verschiedenen sekundären Umwandlungsprodukte Furfurol, Methylfurfurol usw. Aus diesen Sulfitlaugen lassen sich durch Chlorwasser, Brom, Alkohol, Bleiazetat usw. Niederschläge erhalten, die Salze der Ligninsulfonsäuren sind. Lindsey u. Tollens (166) geben auf Grund der Analysen einiger von ihnen aus diesen Laugen gewonnenen Ligninsulfonsäuren, denen — wie sie selbst zugeben — die Merkmale der Homogenität fehlten, folgende Formeln: die durch Alkohol erhaltene Sulfosäure war zusammengesetzt

$C_{26}H_{30}SO_{12}$ oder $C_{24}H_{24}(CH_3)_2SO_{12}$,

mit Chlorwasserstoff

$C_{26}H_{30}SO_{10}$ oder $C_{24}H_{24}(CH_3)_2SO_{10}$,

mit Brom

$C_{26}H_{28}Br_2SO_{11}$ oder $C_{24}H_{22}(CH_3)_2Br_4SO_{11}$,

mit Bleiazetat

$C_{26}H_{30}SO_{12}$ oder $C_{24}H_{24}(CH_3)_2SO_{12}$,

ferner $C_{26}H_{30}SO_{12} + 1^1/_2H_2O$ oder

$C_{24}H_{24}(CH_3)_2SO_{12} + 1^1/_2H_2O$.

Streeb (349) gibt für ein von ihm aus der Sulfitlauge dargestelltes Kalziumsalz die Zusammensetzung:

$C_{36}H_{48}S_2O_{22}Ca_2 = C_{33}H_{39}(CH_3)_3S_2O_{22}Ca_2$.

Dieses spaltet ebenso wie die vorher angeführten Produkte seinen in Form von Schwefelsäureestern — OSO_3H — gebundenen Schwefel nur schwierig vollständig ab. Streeb erhielt daraus durch Erhitzen mit Kalkmilch unter Druck das Kalziumsalz einer Ligninsäure $C_{36}H_{40}O_{12}$ oder $C_{36}H_{44}O_{14}$, welche sich sehr ähnlich wie die von demselben Autor aus Fichtenholz durch Alkali erhaltene Säure verhält. Seidel sowie Seidel u. Hanak (350) stellten fest, daß der Schwefelgehalt der durch Kochsalz oder Magnesiumsulfat aussalzbaren und Leimlösung fällenden Lignosulfonsäuren von 9,88% bis 5,5% variierte, je nachdem sie von schlesischen Ritter-Kellner-Laugen oder von niederösterreichischen und englischen Ablaugen ausgingen. Der niedrigere Schwefelgehalt nähert sich der von Lindsey u. Tollens, der höhere der von Streeb angegebenen Zusammensetzung. Endlich liegt eine eingehende Untersuchung von Peter Klason (217, 4) über die aus Fichtenholz erhältlichen Lignosulfonsäuren vor. Durch Aussalzen mit Kalziumchlorid konnte er die Hälfte der organischen Substanz einer mit $CaCO_3$ neutralisierten Sulfitablauge als Kalziumsalz zur Ausscheidung bringen. Dieses Salz wurde in ein Baryumsalz übergeführt, dessen empirische Zusammensetzung annähernd durch die Formel

$C_{36}H_{32}(OCH_3)_4O_{13}S_2Ba$

wiedergegeben wird, während die Molekulargewichtsbestimmung ungefähr zur Molekularformel $(C_{40}H_{44}O_{17}S_2Ba)_6$ führte. Das korrespondierende Kalziumsalz enthielt eine Hydroxylgruppe und weder aldehydischen noch Ketonsauerstoff und nimmt beim Erhitzen noch SO_2 auf. Durch Einwirkung von Chlorkalk und starker HCl entsteht eine Verbindung $C_{26}H_{29}ClSO_{12}$, die ein rötliches, wasserlösliches Pulver darstellt. Das zugehörige schwefelfreie Lignin wäre $C_{40}H_{42}O_{11}$. Holmberg konnte (325) eine dem Diguajakoltetramethylenkarbinolkarbonsäurelakton entsprechende Verbindung isolieren (Sulfitlaugenlakton).

$$C_{17}H_{12}(OH)_2 \cdot (OCH_3)_2 \begin{matrix} O \\ \diagup \\ \diagdown \\ CO. \end{matrix}$$

Der Ligninsulfonsäure, die Buchner (326) als einen Schwefligsäureester auffaßt, stellt Melander (327) seine α-Lignin-S-Säure gegenüber. Diese liefert beim Erhitzen mit Kali Protokatechusäure und Pyrokatechin.

Die freien Sulfosäuren sind wasser-, alkohol- und essigsäurelöslich und bilden auch mit Pyridin und Anilin Salze. Kohlensäure und Essigsäure werden durch sie freigemacht (351). Erhitzt man Ligninsulfonsäuren mit Kalilauge bei 130—180° in eisernen Bomben, so erhält man nach Vanillin riechende Nadeln, die aber mit Vanillin nicht identisch sind.

Behandelt man Lignin mit Alkali, so geht es in Ligninsäure über, und zwar soll hierbei das Molekül des Lignins neben der Strukturveränderung auch eine Verkleinerung erfahren (352).

Lange (353) erhielt durch Einwirkung von etwa 50%iger Kalilauge auf gereinigtes Holz der Buche, Eiche und Tanne neben 64%, 61—63% und 52—55% Zellulose übereinstimmend die Kaliumsalze zweier »Ligninsäuren« und aus diesen die Ligninsäuren selbst, und zwar an beiden zusammen aus Buchenholz 12%, aus Eichenholz 14%. Beide Ligninsäuren waren aus ihren alkalischen Lösungen in Form brauner Flocken fällbar, beide unlöslich in Wasser und in Äther, die eine löslich in Alkohol, die andere darin unlöslich. Die alkohollösliche Säure verliert durch Lösen in Lauge und Ausfällen mit Schwefelsäure ihre Löslichkeit. Lange sieht daher beide Ligninsäuren trotz ihrer um 2—3% Kohlenstoff abweichenden Zusammensetzung als im wesentlichen identisch an. Beide zeigen huminähnliche Eigenschaften, bei verschiedenen Darstellungen wechselnde Basizität und liefern Benzoylverbindungen nicht konstanter Zusammensetzung. Sie sind daher chemisch nicht genügend charakterisiert und eignen sich wegen der relativ geringen Ausbeute, in der sie gewonnen wurden, und auch aus anderen Gründen kaum zu Schlußfolgerungen über die Natur des Lignins. Den Ligninsäuren von Lange stehen die Produkte nahe, welche Streeb (349) aus den alkalischen Ablaugen der Natronzellulosefabrikation durch Säuren als braune Pulver gewann. Bei einem mittleren Methylgehalte von 5,88% zeigten sie eine den Formeln $C_{36}H_{44}O_{14}$ und $C_{36}H_{40}O_{12}$ ungefähr entsprechende Zusammensetzung. Sie erwiesen sich als unlöslich in Wasser, Äther, Benzol, Chloroform, mehr oder weniger löslich in Alkohol, größtenteils löslich in Essigäther, leicht löslich in Alkalilaugen und Ammoniak, schwerer löslich in Alkalikarbonatlösungen.

In einer durch Erhitzen von Fichtenholz mit Natronlauge unter Zusatz von Natriumsulfid entstandenen technischen Ablauge fand P. Klason einen Teil der Kohlenhydrate des ursprünglichen Materials in Laktonsäuren (Metasaccharinsäure und Saccharinsäure) umgewandelt und daneben Ameisen-, Essig- und Ligninsäuren, und zwar, bezogen auf die gelöste organische Substanz, in gleicher Reihenfolge 32,6, 7, 0,7, 31,3% nebst 23,2% ätherlöslicher Substanz nicht näher bestimmter Art.

Die Bestimmung der Summe der Zellwandbestandteile oder Rohfaserbestimmung. Meist wird noch das Verfahren von Henneberg u. Stohmann (Weender Verfahren) verwendet. Danach werden 3 g der lufttrockenen zerkleinerten Substanz, deren Wassergehalt in einem gesonderten Anteil zu bestimmen ist, mit 200 ccm Schwefelsäure von 1,25% ½ Stunde gekocht. Der nach dem Absetzen und Dekantieren erhaltene Lösungsrückstand wird zweimal mit 200 ccm kochenden Wassers dekantierend gewaschen. Der nach dem Absetzenlassen der vereinigten Dekantate in einem hohen Zylinder erhaltene Niederschlag wird mit der Hauptmenge des Ungelösten vereinigt, ½ Stunde mit 1,25%iger Kalilauge gekocht, durch ein gewogenes Filter filtriert, mit heißem und kaltem Wasser, schließlich mit Alkohol und Äther gewaschen, getrocknet und gewogen. Der Filterinhalt weniger Asche ist die Rohfaser oder Holzfaser. Bezüglich zeitsparender Ausführungsformen wie auch anderer Methoden der Holzfaserbestimmung muß auf analytische Handbücher verwiesen werden.

Von den Inhaltsstoffen oder Saftbestandteilen des Holzes, die teils die Lumina der verholzten

Zellen erfüllen, teils die Zellwände tränken oder auch in den Gewebsspalten abgelagert sind, kommt in technischer Beziehung nur einigen Gerb- und Farbstoffen Bedeutung zu.

Holzgerbstoffe finden sich in größeren Mengen, zumeist begleitet von ihren dunkler gefärbten Oxydationsprodukten, namentlich in älteren Hölzern. Von solchen Gerbstoffoxydaten rührt die auffällig dunkle Färbung des Kerns einiger Hölzer her, so des Akazienholzes, und das Nachdunkeln der Hölzer beim Altwerden, so des Eichenholzes. Vielleicht hängt auch die Rotholzbildung bei der Eiche und Tanne mit einer oxydativen Veränderung von Gerbstoffen zusammen (336). Häufig haben sich die Markstrahlen gerbstoffreicher erwiesen als die anderen Anteile des Holzes. Das gerbstoffreichste Holz ist das von *Schinopsis balansae* und *Lorentzii* (Quebracho colorado des Handels) mit 15,7% Gerbstoff (337). Im Kastanienholz fand Trimble 7.85% Gerbstoff. Als relativ gerbstoffreich gilt das Holz der Eiche, dem die Hölzer der Erle, Weißbuche, Lärche, Birke, dann das Gelb- und Mahagoniholz folgen. Die Gerbstoffe der Hölzer haben sich in einzelnen Fällen als verschieden erwiesen von den Gerbstoffen anderer Teile derselben Baumart, besonders von den Rindengerbstoffen.

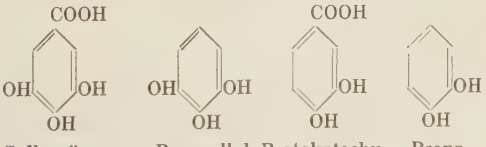
Die Holzgerbstoffe zeigen die allgemeinen Gerbstoffeigenschaften: Löslichkeit in Wasser, Alkohol, wohl auch in wasserhaltigem Äther, zusammenziehenden Geschmack, adstringierende Wirkung auf die Schleimhäute, blauschwarze bis grüne Färbung oder Fällung durch Ferrisalze, Fällbarkeit durch Kaliumbichromat, Eiweiß, Alkaloide, Autoxydation im freien Zustande und namentlich in alkalischer Lösung unter Dunkelfärbung, Reduktionswirkung auf alkalische Lösungen der Edel- und Halbedelmetalle und auf Fehlingsche Lösung und Bildung von Adsorptionsverbindungen mit tierischer Haut (Gerbung). Bei der trockenen Destillation und der Kalischmelze liefern auch die Holzgerbstoffe teils Pyrogallol, teils Brenzkatechin und Protokatechusäure. Inwieweit sie beim Kochen mit Säuren Zucker abspalten oder sich in Phlobaphene (Gerbstoffrot) umwandeln, scheint meist nicht festgestellt. Auch die Zusammensetzung der Holzgerbstoffe ist in vielen Fällen nicht genügend sicher ermittelt. Mitunter werden die Gerbstoffe der Hölzer wie auch andere Gerbstoffe von der Gallussäure und von der aus dieser durch Oxydation entstehenden Ellagsäure begleitet.

Übersicht der Holzgerbstoffe.

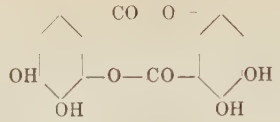
Holzart	Gerbstoff	Anmerkung
Gelbholz	Maclurin (Pentaoxybenzophenon) $C_{13}H_{12}O_6$	Ein kondensierter Gerbstoff, der sich neben dem gelben Farbstoff, dem Morin, findet.
Mahagoniholz von *Acacia catechu* (338)	Katechin u. d-Katechin $C_{15}H_{14}O_6$ od. $C_{15}H_{14}O_6 \cdot 4H_2O$	Gibt bei der trocknen Destillation Brenzkatechin, bei der Kalischmelze Protokatechusäure u. Brenzkatechin.
Anacardium occidentale (339)	Katechin	
Quebracho colorado (340)	Ellagsäure $C_{14}H_6O_8$ bzw. Ellaggerbsäure, Gallussäure $C_7H_6O_5$	Die Ellagsäure ist vielleicht nur ein Bestandteil der Rinde.
Kastanienholz (341)	Kastaniengerbsäure, Ellagsäure $C_{14}H_6O_8$, Ellagensäure $C_{14}H_{10}O_{10}$, Gallussäure $C_7H_6O_5$, Tannin, vermutl. Pentadigallolyl-d-Glukose	Die Ellagensäure geht beim Erhitzen mit Wasser auf 110° in Ellagsäure über.
Eichenholz (342)	Eichenholzgerbsäure (Querzin, Querzinsäure) $C_{15}H_{12}O_9 + H_2O$	Ist nicht mit dem Gerbstoff der Eichenrinde zu verwechseln. Er gibt, mit verdünnter Morinsäure gekocht, ein Phlobaphen.

Auch das Holz von *Castanea vesca* ist tanninhaltig.

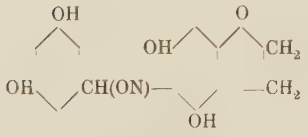
Zur Orientierung über die Konstitution der aufgezählten Substanzen mögen nachstehende Strukturformeln dienen.



Gallussäure Pyrogallol Protokatechusäure Brenzkatechin



Ellagsäure



Katechin

Näheres siehe unter »Gerbstoffe«.

Chromogene und Farbstoffe in Hölzern. Hierbei kommen insbesondere die »Farbhölzer« des Handels in Betracht: Blauholz (Campecheholz, Blutholz, Logwood, Kernholz von *Haematoxylon campecheanum* L.), Fernambuckholz (echtes Brasilholz, Pernambuckholz, Holz der *Caesalpinia echinata* Lam.), die weniger geschätzten Kernhölzer anderer Caesalpiniaarten (*C. crista* L., *C. bijuga* Sw., *C. bicolor* C. H. Wright, *C. brasiliensis* Sw., *C. tinctoria* Benth.), welche als westindische Rothölzer zusammengefaßt werden, das ostindische Rotholz (Sappanholz, fälschlich Japanholz), das Camwood (Camholz, Cabanholz, Cambalholz, Kernholz der westafrikanischen *Baphia nitida* Afzel.), das rote Sandelholz (Caliaturholz, Kernholz von *Pterocarpus santalinus* L. fil. Ostindiens, Ceylons und der Philippinen), das afrikanische Sandelholz (Barwood, Holz von *Pterocarpus santalinoides* l'Hérit. im tropischen Westafrika), das Amarantholz (Kernholz der südamerikanischen *Copaifera bracteata* Benth., Violettholz, Purpurholz, blaues Ebenholz), das echte Gelbholz (gelbes Brasilholz, echter Fustik, alter Fustik, Kernholz von *Chlorophora tinctoria* L., *Maclura tinctoria* Don. im tropischen Amerika), das Fisetholz (ungarisches Gelbholz, junger Fustik, Holz des in Südeuropa einheimischen Perückenstrauchs), das Holz von *Rhus rhodanthema*, das Quebrachoholz, das Jackholz (Holz von *Artocarpus integrifolia*, »*Jack fruit tree*«), das grüne Ebenholz (braunes Ebenholz, gelbes Ebenholz, Bastard-Guajak, Holz von *Tecoma leukoxylon* (L.) Mart., angeblich auch von *Diospyros chloroxylon* Roxb. der Antillen und Südamerikas oder von *Excoecaria glandulosa* in Westindien oder von *Jacaranda ovalifolia* in Südamerika), endlich das Holz von *Beth-a-barra*. Näheres siehe unter »Farbstoffe«.

Die Aschenbestandteile des Holzes. Das Minimum des Aschengehaltes der Hölzer liegt ungefähr bei 0,2%, das Maximum zwischen 3 und 4% der Trockensubstanz. Der Aschengehalt ist verschieden je nach der Holzart und wechselt bei derselben Holzgattung je nach dem Standort, dem Alter des Holzes und der Jahreszeit. Letzteres gilt auch vom Holze desselben Stammes. Koniferenholz enthält meist weniger Asche als Laubholz; Splintholz ist oft, aber keineswegs immer, aschenreicher als Kernholz; das Gipfel- und Astholz der Bäume zeigt einen höheren Aschengehalt als die basalen Stammpartien; das Gesamtholz alter Bäume ist ascheärmer als das jüngerer, und namentlich das junge Holz derselben Gattung vom gleichen Standorte erwies sich vielfach im Frühling aschehaltiger als während anderer Jahreszeiten. Hohe Lage des Standortes und selbstverständlich Armut des Bodens an mineralischen Pflanzennährstoffen drücken unter sonst gleichen Umständen den Aschengehalt herab. Es sei hier im folgenden eine Tabelle von Liebig (343) angeführt, die die Menge der im Holze sich findenden anorganischen Elemente anzeigt.

Der überwiegende Bestandteil der Rohasche ist das Kaliumkarbonat, ein Verbrennungsprodukt der im Holze vorhandenen Kaliumsalze organischer Säuren. Hervorgehoben sei der hohe Kaliumgehalt des Stammes von *Abies pectinata*, *Juglans nigra*, *Quercus*, *Aesculus*, *Fagus silvatica*, *Rubus fruticosus*.

Der höchste Na-Gehalt einer Holzasche wurde bei *Pinus montana* (24,5%), ein ziemlich hoher bei *Sorbus aria* (16%), *Ulmus campestris* (13,7%), *Prosopis algarobilla* (12,5%), *Machaerium fertile* (11,3%) und *Prunus avium* (10,1%), der niedrigste bei *Tectona grandis* (0,04%) festgestellt.

Das Kalziumkarbonat der Holzasche entstammt nicht immer ausschließlich den organisch-sauren Kalziumsalzen. Vielmehr findet man sehr häufig $CaCO_3$ als wichtigen Membranstoff im Holze, besonders dikotyler Holzgewächse. Es ist hervorragend beteiligt an der Verkernung des

Holz	Aschenprozente	KO	NaO	MgO	CaO	PO_5	SO_3	SiO_2	Fe_2O_3	ClNa	Verschiedenes
Vitis vinifera L.	1,80	1,03*	1,03*	0,06 $MgCO_3$	0,30 $CaCO_3$	0,36**	—	0,04	—	—	* Lösliche Salze. ** Phosphate des Fe, Ca, Mg.
Prunus avium L., Waldkirsche	0,28	20,78	8,40	9,19	28,69	7,73	3,29	2,06	0,07	Spur	
Prunus mahaleb L., Weichselkirsche	1,60	63,0	63,0	7,00	48,80	6,70	6,0	2,80	0,50	9,72 Chlor	Mn_2O_3: 0,8.
Mesus alba L., Maulbeerbaum	1,60	5,20	8,01	4,6— 5,2	46,1— 47,7	1,8— 11,6	8,3	2,9— 7,7	0,3— 0,5	6,5	Mn_2O_3: 1,3.
Citrus auratium L., Pomeranzenbaum	2,74	11,69	3,07	6,34	55,13	17,09	4,64	1,22	0,57	0,25	
Betula alba L., Birke	0,21	15,12	8,68	11,59	45,79	14,03	2,59	0,85	1,34	—	
Abies excelsa Lam., Fichte (Rottanne)	0,25	3,65	18,74	4,37	33,52	3,54	2,13	1,41	0,65	0,41	MnO: 2,13.
Abies pectinata D.C., Weiß- oder Edeltanne	0,28	22,55	4,49	6,17	33,04	5,04	3,71	0,92	0,41	0,32	MnO: 3,24. für K. u. N. schwankt im Aschegehalt sehr.
Larix europaea D. C., Lärche	—	15,24	7,27	24,50	26,97	1,93	1,79	3,60	4,25	0,92	MnO: 13,51
Pinus pumilio, Latsche	0,284	7,64	18,46	6,16	30,86	3,14	2,69	4,02	1,11	0,35	Al_2O_3: 0,12. Mn_2O_3: 1,68. CO_2: 23,78.
Pinus silvestris L., Vom jüngeren Baum	—0,143	7,17 —2,79	6,26 —15,99	9,19 —19,76	31,50 —31,74	3,07 —1,59	2,07 —1,93	5,72 —3,04	2,23 —3,51	0,81 —1,48	MnO: O—18,17.
Pinus silvestris L., Vom 135 jähr. Baum	2,92	0,74	0,23	0,63	41,72	7,17	—	15,08	0,34	0,08	Al_2O_3: 3,08.
Pinus silvestris L., Vom 170 jähr. Baum	1,98	2,12	1,12	1,01	36,40	6,78	0,42	24,11	2,12	0,17	MO: 4,49—0,51.
Pinus silvestris L., Vom 220 jähr. Baum	1,13	1,78	0,69	1,58	22,81	5,34	1,43	32,56	6,48	0,25	Al_2O_3: 10,12.
Fagus silvatica L., Buche	0—0,74	11,80 —12,19	0,72 —2,04	3,01 —8,42	41,10 —47,21	2,29 —3,04	0,36 —1,01	1,09 —3,37	0,50 —0,60	0,16 - 0,21	Al_2O_3: 0,51. Mn_2O_2: 1,57. CO_2: 33,46.
Quercus robur L., Eiche	—	5,65	3,37	3,01	50,58	2,32	0,78	0,52	0,38	0,02	
Aesculus hippocastanum L., Roßkastanie	Frühjahr: 10,91 Herbst: 3,31	57,57 17,54	— —	4,08 5,17	5,92 50,99	19,02 21,73	0,82 —	1,80 0,71	0,31 0,63	— —	KCl: 10,47. KCl: 2,98.
Juglans regia L., Nußbaum	Frühjahr: 10,03 Herbst: 2,99	40,78 14,88	— —	8,92 8,09	22,24 55,92	14,89 12,21	4,94 3,15	2,41 2,86	2,71 2,23	— —	KCl: 3,10. KCl: 0,65.
Caesalpinia echinata Lam., Fernambukholz	0,85	0,83	3,39	2,97	77,32	3,49	2,42	0,39	1,36	—	KCl: 6,63.
Olea europaea L., Olivenbaum	0,58	20,62	—	2,31	63,02	5,32	3,09	3,82	0,74	—	KCl: 1,00.
Pirus malus L., Apfelbaum	—	19,24	0,45	7,46	63,60	4,90	3,29	2,06	0,07	Spur	
Rhus pentaphyllum	0,9	0,25	0,25	0,27	49,54	—	1,81	2,57	8,20	0,14Cl	Al_2O_3: 0,37. CO_2: 36,66.
Tilia europaea L., Linde	—	35,80	5,23	4,15	29,93	4,85	5,30	5,26	9,97	1,49	
Ulmus campestris L., Ulme	—	21,92	13,72	7,71	47,80	3,33	1,28	3,07	1,17	—	

Holzes und dementsprechend in älterem Holz reichlicher vorhanden als im Splint. Man findet dieses Karbonat im Kern- und Wundholz in dichten Füllmassen, die Gefäße erfüllend und auch in den Tracheiden, Holzfasern und Parenchymzellen des Kerns und in den Rissen und Sprüngen mancher Stämme. Als besonders kalkreich gelten die Hölzer von *Tilia grandifolia* (mit 79,9%), *Ulmus campestris* (77,3%), *Caesalpinia sappan* (77,8%), *Quercus pedunculata* (76,3% CaO in der Reinasche). Kalkarm sind die Hölzer von *Rubus fruticosus* (59,6%), *Picea excelsa* (29,4%), *Machaerium fertile* (22,1%) und besonders *Abies pectinata* (10,2% CaO in der Reinasche).

Ein extrem hoher Magnesiagehalt findet sich im Holze von *Rubus fruticosus* (15,8%), *Betula* (bis 18%), *Quercus* (bis 23%), *Larix* (bis 24%), ein auffällig niedriger im Holze von *Xanthoxylum coco* (0,37%) und *Acacia cebil* (0,94% MgO in der Reinasche).

Ein vereinzelter hoher Eisengehalt wurde von E. Wolff im Fichtenholz (10,1%) festgestellt. Als sehr eisenreich ist das Holz von *Cedrela brasiliensis* (5,6%) und *Acacia Cebil* (5,1%) anzusehen. Dann folgen *Populus virginiana* (4,5%), *Buxus* 3,8%), *Citrus aurantium* (3,1%), *Sorbus aucuparia* (3,2% FeO_3 der Reinasche).

Mangan und Tonerde treten häufig auf, mitunter fehlen sie. Die Aschen der Nadelhölzer scheinen im allgemeinen manganreicher zu sein als die von Laubhölzern: im Stammholz von *Abies pectinata* wurden bis über 40% der Reinasche an Mn_3O_4 gefunden, in dem der Fichte bis über 22%, Birke bis 18,3%, Buche bis 7,7%, Eiche bis 5,2% der Reinasche. Nach Guérin (344) enthält das Holz manganhaltige Nucleinsäuren, welche dem Holze durch Kalilauge entzogen und aus der alkalischen Lösung durch schwaches Ansäuern gefällt werden können.

Der Gehalt der Holzasche an Phosphorsäure weist an sich sehr große vom Phosphatgehalte des Bodens abhängige Schwankungen auf. Mitunter wurde er infolge ausgedehnter Ablagerungen von Trikalziumphosphat im Holzkörper ganz besonders hoch gefunden, so im Teakholze mit 29,6% der Reinasche (345). Aber auch das Holz der Eiche (22%), von *Acer platanoides* (20,5%), *Machaerium fertile* (20,7%), *Rubus idaeus* (23,6% der Reinasche) hat sich als auffällig phosphatreich erwiesen.

Als Beispiele für relativ hohe Schwefelsäuregehalte seien *Prunus mahaleb* und *Sapium aucuparia* mit 6,9 und 5,2% SO_3 in der Reinasche angeführt.

Der höchste Kieselsäuregehalt wird für die Asche des Holzes von *Cedrela brasiliensis* (45,9%), *Picea excelsa* (bis 36,2%), *Acacia cavenia* (15,9%), *Celtis tala* (15,9%), *Olea europaea* (14,2%) und *Gourliaea decorticans* (14% der Reinasche) angegeben.

Als relativ sehr reich an Chlor gegenüber den sonst sehr geringen und minimalen Chlorgehalten der meisten Holzaschen führt Czapek die Aschen von *Prunus mahaleb* (11,2%), *Aesculus hippocastanum* (bis zu 6%), *Tecorna radicans* (5%) und *Morus alba* (4,7%) an.

Die Aschenbestandteile können je nach ihrer Löslichkeit und Bindungsweise dem Holze mehr oder weniger vollständig durch Wasser entzogen werden. Nach Schroeder lassen sich drei Viertel des gesamten Kalis aus dem Fichtenholz durch Wasser extrahieren, von Natriumsalzen nur ein geringerer Anteil, vom Kalzium, Magnesium, Eisen, Mangan, Tonerde, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure teils nur sehr wenig, teils fast nichts.

Der Wassergehalt des Holzes wird von vielerlei Umständen beeinflußt: von der Art und dem Alter des Holzes, dem Wechsel der Jahreszeit, dem Standort, dem Klima, der Zeit, welche seit der Fällung verstrichen ist, dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der das gefällte Holz durch längere Zeit ausgesetzt war usw. So ist z. B. das Splintholz wasserreicher als das Kernholz, und das im Winter gefällte Holz enthält bis zu 10% weniger Wasser als das im Frühjahr gefällte.

Schübler (346) fand im Holz nachstehender Baumarten die untenstehenden Wassermengen:

	Gefällt Ende Januar	Gefällt Anfang April
Esche	28,8 %	38,6 %
Ahorn	33,6 %	40,3 %
Roßkastanie	40,2 %	47,1 %
Weißtanne	52,7 %	61,0 %

Es ist daher üblich, das Holz im Winter zu fällen. An derart gewonnenen Holzarten fanden Schübler u. Hartig (346) folgende Wassermengen im frisch gefällten Holz:

Hainbuche . .	18,6%	Kiefer	39,7%
Saalweide . . .	26,0%	Rotbuche . . .	39,7%
Ahorn	27,0%	Erle	41,6%
Vogelbeere . .	28,3%	Espe	43,7%
Esche	28,7%	Ulme	44,5%
Birke	30,8%	Rottanne . . .	44,2%
Eiche	34,7%	Linde	47,1%
Stieleiche . . .	35,4%	Pappel	48,2%
Mehlbeere . . .	32,3%	Lärche	48,6%
Weißtanne . .	37,1%	Baumweide . .	50,6%
Roßkastanie .	38,2%	Schwarzpappel	51,8%

Geflößtes Holz enthält im Mittel 60% Wasser. Im Zustande der Lufttrockenheit, welcher vollständig erst nach zweijährigem Lagern erreicht wird, bewegt sich der Wassergehalt unserer Hölzer meist um 10—20% herum, je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre und der Art der Trocknung, unter sehr günstigen Umständen bis herab zu 8%. Vollkommen trocken wird das Holz erst, wenn man es bei 125—140° darrt. Es ist jedoch dann in hohem Grade hygroskopisch, weniger, wenn es vorher gut ausgelaugt war, wie dies bei Schwemmholz und Floßholz der Fall ist.

Am Holz desselben Stammes kommt der größere Wassergehalt den jüngeren Partien zu. Nach B. Hartig enthielten Probescheiben nachstehender Hölzer, welche den Stämmen in gleicher Höhe vom Boden entnommen waren:

	Gewichtsprozente Wasser	
	im Splint	im Kern
Fichte, 75jährig	65,2 %	23,7 %
Kiefer, 75jährig	53,0 %	24,7 %
Rotbuche, 85jährig . .	46,9 %	36,1 %
Eiche, 50jährig	44,9 %	41,4 %

Etwa ein Drittel bis zwei Drittel des Gesamtwassers des Holzes ist im flüssigen Zustande darin enthalten, der Rest als Imbibitionswasser. Das Verhältnis zwischen beiden Anteilen ändert sich innerhalb weiter Grenzen je nach der Holzgattung, der Witterung, der Jahres- und Tageszeit.

Einwirkung höherer Temperaturen auf das Holz, trokkene Destillation. Das Holz wird bei 120—140° vollkommen wasserfrei. Bei 150° fängt es an etwas Konstitutionswasser und wenig Furol abzugeben; bei 160° beginnt die trockene Destillation und erreicht ihre größte Geschwindigkeit bei etwa 280°. Zwischen 150 und 280° entstehen in exothermer Reaktion 63,8% des trockenen Holzes an flüchtigen Produkten, von 280 bis 350° nur noch 6,5%. Das Destillat scheidet sich in einen wässrigen Anteil, Holzessig, und in den Holzteer. In ersterem sind enthalten: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure nebst anderen löslichen Fettsäuren, Methylalkohol, Isobutylalkohol, Allylalkohol und dessen Homologe nebst den diesen Alkoholen zugehörigen Ameisensäure- und Essigsäureestern, Azeton, Methyläthylketon, Adipinketon, Pimelinketon, Valerolakton, Valeraldehyd, Pyridin und dessen nächste Homologe. Der Teer besteht aus Benzol und dessen Homologen, Naphthalin, Paraffinen, Phenol, Kresolen, Xylenolen, Brenzkatechin, Guajakol, Abkömmlingen des Pyrogallols, Methyläthern der angeführten Phenole, Furfurol, Propionaldehyd usw., endlich bei Verwendung von Koniferenholz auch Terpenen. Außerdem entweichen an Gasen: Wasserstoff, Methan, Äthylen, Kohlenoxyd und Kohlendioxyd. Von den aufgezählten Produkten sind, abgesehen vom Teer und dessen einzelnen Bestandteilen, die Essigsäure, der Methylalkohol und das Azeton technisch wichtig. Von diesen entstehen aus verschiedenen Hölzern die beiden erstgenannten in ungleicher, Azeton in konstanter Ausbeute. Holzkohle als Destillationsrückstand wird in nicht sehr verschiedenen Mengen gewonnen (347).

	Aus je 100 Gewichtsteilen des Holzes der			
	Kiefer	Fichte	Birke	Buche
Essigsäure	3,50	3,19	7,08	6,04
Methylalkohol . .	0,88	0,96	1,60	2,07
Azeton	0,18	0,20	0,19	0,20
Holzkohle	37,38	37,81	31,80	34,97

Unter den pyrogenen Produkten des Holzes wurde auch Formaldehyd von G. Pasqualis (348) im Holzrauch nachgewiesen.

Der Methylalkohol entstammt ausschließlich den Methoxylgruppen des Lignins, zu einem sehr kleinen Teil jedoch

vielleicht auch jenen Begleitern des Xylans, welche mit Jodwasserstoff Methyljodid geben. Es ist ja schon im vorhergehenden darauf hingewiesen worden, daß reine Zellulose keinen Methylalkohol liefert. An der Entstehung der Essigsäure ist sowohl das Lignin als auch die Zellulose neben den anderen Kohlehydraten beteiligt. Auch die pyrogene Bildung von Phenolmethyläthern wie Guajakol und anderen hängt unzweifelhaft mit dem Methoxylgehalt des Lignins zusammen.

VI. Physikalische Eigenschaften der Hölzer.

1. Farbe. Anfänglich zeigen fast alle Hölzer eine helle, »weißliche«, gelbliche bis bräunliche oder schwach rötliche Färbung. Dieses Ansehen behält der Holzkörper im Verlauf seiner weiteren Entwicklung im Baum entweder bei, oder er nimmt in seinem inneren, älteren Teile eine auffallend dunklere Färbung an. Man nennt dieses innere dunklere Holz Kernholz zum Unterschied von dem noch helleren äußeren, jüngeren Splintholz und stellt die ganze Masse des einen der des anderen als K e r n beziehentlich S p l i n t gegenüber. Nur selten erscheint schon dieser auffällig gefärbt, so z. B. zitrongelb beim Holz des Sauerdorns.

Die Färbung des Kernholzes beruht auf dem Auftreten der »K e r n s t o f f e«, die sich sowohl in den Wänden als auch im Inneren der Zellen, bzw. der Gefäße, vorfinden. Der Inhalt der Gefäße erscheint bei tropischen Laubhölzern oft besonders tief oder lebhaft gefärbt, zeigt mitunter auch auffälligen Glanz. Dann treten die Gefäße bei entsprechender Weite in Längsansichten des Holzkörpers um so deutlicher hervor. Ist diese Anfüllung der Gefäße vollständig, so können sich diese als deutliche Pünktchen, bzw. Streifchen darstellen.

Die Farbe der Kernhölzer kann sehr verschieden sein. Am häufigsten sind braune Farbtöne, entweder rein oder ins Gelbliche, Rötliche oder Schwärzliche gehend (Beispiele: Kernholz der Eichen, des Teakbaumes, Apfelbaumes, der Walnuß, Ulme). Gelbbraunen Kern hat das Gelbholz, goldgrünen das Fisetholz, trübgrünen das Holz des Tulpenbaumes, schwarzgrünen das Pockholz, roten in verschiedenen Tönen unter anderen das Holz der Lärche und der Eibe, des Kreuzdorns und des Faulbaums sowie das der »Rothölzer«, violetten das Amarantholz, schwarzen das echte Ebenholz.

Diese Färbungen sind bei tropischen Kernhölzern weit intensiver als bei den einheimischen. Übrigens pflegt auch bei diesen die Färbung beim Verweilen an Luft und Licht sich zu vertiefen (»Lufthölzer«). In einzelnen Fällen, so z. B. im Holz der gemeinen Kiefer, stellt sie sich überhaupt erst ein, wenn der innere Teil des Holzkörpers bloßgelegt und so der Luft ausgesetzt wird. In anderen vollzieht sich an der Luft ein auffälliger Farbenwechsel, der z. B. beim Amarantholze die unansehnliche Färbung des frischen Kerns in ein eigenartiges Rotviolett herbeiführt.

In den meisten Fällen handelt es sich bei den natürlichen Holzfärbungen um Mischfarben, die sich mit Worten oft nur annähernd und ungefähr angeben lassen. Auf diese Schwierigkeit und die aus ihr folgenden Unvollkommenheiten und Übertreibungen hat W. H. S c h r a m m (403) hingewiesen und mit Recht hervorgehoben, daß das Aussehen der nämlichen Holzart im frischen »grünen« und im lufttrockenen Zustande nicht immer das gleiche sei. In den späteren Beschreibungen sind die Färbungen der Hölzer stets nach dem lufttrockenen Zustande geschildert.

Die Farbe eines Nutzholzes ist kein sicheres Erkennungszeichen. Je nach den Standortbedingungen kann das Holz der gleichen Art, besonders bei tropischen und subtropischen Hölzern, in seinen Farbtönungen so verschieden sein, daß es ohne anatomische Untersuchungen schwer zu identifizieren ist. Auch zwischen Wurzel- und Stammholz gleicher Arten treten häufiger Farbvarianten von heller bis tiefdunkler Färbung auf.

Erscheint der Kern nicht gleichmäßig gefärbt, sondern abwechselnd heller und dunkler gezont, so nennt man ihn »gewässert« (Beispiele: Nußholz, Olivenholz, Brasilianisches Rosenholz). Solche Streifigkeit des Kernes kann jahresringähnliche Zeichnungen hervorrufen.

Splint und Kern sind in der Regel scharf gegeneinander abgegrenzt. Die

relative Breite dieser beiden Regionen, die sich selbstverständlich nur auf einem vollständigen, bis zum Mark reichenden Segment des Holzkörpers beurteilen läßt, ist bei den einzelnen kernbildenden Holzarten sehr ungleich und auch bei der nämlichen Art je nach dem Alter verschieden. Breiten Splint haben z. B. das Holz der Esche, der Hickorybäume, der Steinlinde, schmalen das der Lärche, Eibe, Edelkastanie, Eiche, des Schotendornes.

Auch bei den Splint- und den Reifhölzern kann unter dem Einfluß des Luftzutritts ein allmähliches Nachdunkeln, zuweilen sogar fast plötzlich eine auffällige Färbung eintreten. Das Holz der Erlen z. B., im Inneren des Stammes weißlich, wird unter dem Einfluß der Luft, namentlich auf der Hirnfläche frisch gefällter Bäume, rasch mehr oder weniger rot, wohl infolge der Oxydation von Gerbstoffen.

Abnorme Färbungen des Holzkörpers, die sich infolge von Verwundungen einstellen und von den Wundstellen aus oft weithin verbreiten, können auch in Splint- und in Reifhölzern einen »falschen Kern« oder »Scheinkern« hervorrufen. Ein solcher ist gewöhnlich schon an einer ungleichmäßigen Entwicklung zu erkennen.

Über das Grauwerden des Holzes siehe Möbius (416).

2. Glanz. Wohl die meisten Hölzer zeigen im Längsschnitt und namentlich auf der radialen, der »Spiegel«-Fläche, stärkeren oder schwächeren Glanz. Bei manchen, so z. B. vielen Ahornarten, dem Holz der Linde, dem Mahagoniholz, dem Satinholz, ist dieser in auffälligem Grade vorhanden. Ganz oder nahezu glanzlos ist das Holz der Weißbuche, der meisten Apfelfrüchtler, das Ebenholz, das Pockholz.

3. Duft und Geschmack. Viele Holzarten besitzen einen eigentümlichen, charakteristischen Duft. So zeigen z. B. die mit Harzgängen versehenen Nadelhölzer stärkeren oder schwächeren Harzduft, das Holz der Eichen, der Edelkastanie, des Nußbaumes riecht im frischen Zustande der Gerberlohe ähnlich. Der aromatische Duft des Holzes des gemeinen Wacholders und des Bleistiftholzes ist bekannt, ebenso der eigentümliche Geruch der aus Pockholz gefertigten Kegelkugeln. Wenig angenehm riecht das Lorbeerholz, während das tropische »Veilchenholz« und manche »Rosenhölzer« ihrem Duft ihren Namen verdanken. Dasselbe gilt von den exotischen »Stinkhölzern« (z. B. *Ocotea bullata* Benth.). Das »Niesholz« des Kaplandes (*Ptaeroxylon obliquum* Thunb.) reizt im frischen Zustande seine Bearbeiter zum Niesen.

Diese Düfte beruhen auf dem Gehalt der betreffenden Hölzer an flüchtigen Stoffen, die sich unter Umständen, so z. B. beim Bleistiftholz, an frischen Schnittflächen oder in deren Umgebung kristallinisch ausscheiden. Beim frischen Holz am merklichsten, verschwinden die spezifischen Düfte gewöhnlich mit dem Trockenwerden mehr und mehr, um aber an neu hergestellten Schnittflächen in der Regel wieder aufzutreten. Sie tragen in vielen Fällen mit zur Charakterisierung des Holzes bei. Bleibt der Duft erhalten, dann steigt das Holz in seinem Wert.

Ein bemerkenswerter Geschmack ist nur wenigen Hölzern eigen. Das Blauholz und das rote Sandelholz schmecken süßlich, das Süßholz stark süß, das Cedrelaholz bitter.

4. Spaltbarkeit. Je nach dem Grade der Spaltbarkeit, d. h. des Widerstandes, den die Strukturelemente des Holzkörpers ihrer Trennung in der Längsrichtung entgegensetzen, unterscheidet man leichtspaltige und schwerspaltige Hölzer (3). Bei beiden können die Spaltflächen glatt oder uneben, »schuppig«, faserig bis splitterig sein. Sehr leicht- und glattspaltig ist z. B. das Holz der Tanne, der Fichte, der Stiel- und Traubeneiche, der Edelkastanie, der Pappeln und Weiden. Beispiele schwerspaltiger Hölzer bieten das der Eibe, der Esche, der Birke, des Bergahorns, der Apfelfrüchtler, des Buchsbaumes, viele Tropenhölzer. Höchst unvollkommen spaltet das Pockholz.

Die Spaltbarkeit pflegt mit wenigen Ausnahmen in der radialen Richtung des Holzkörpers, dem Verlauf der Markstrahlen entsprechend, größer zu sein als in der hierzu senkrechten tangentialen.

Der Grad der Spaltbarkeit ist hauptsächlich vom anatomischen Bau des Holzes und namentlich vom Verlauf der Holzfasern abhängig. Je länger und gerader diese und je gleichmäßiger ihre Anord-

nung nicht nur innerhalb jeder einzelnen Zuwachszone, sondern auch im ganzen Holzkörper ist, um so leichter wird im allgemeinen das Holz spalten. Die entgegengesetzte Struktur wird der Spaltbarkeit Eintrag tun oder sie nahezu aufheben. So beruht beim Pockholz der fast vollständige Mangel an Spaltbarkeit auf der hier ganz regellosen Anordnung der Fasertracheiden, die nicht nur in der radialen sondern auch in der tangentialen Längsrichtung des Holzkörpers schief stehen, wobei ihre oft mit Krümmungen verbundene Neigung in der Längsrichtung zudem in schmalen Ringzonen wechselt (37, 182). Neben der Art des Gefüges nehmen auf den Grad der Spaltbarkeit und besonders auf die äußere Erscheinung der Spaltfläche wohl auch noch andere anatomische Faktoren Einfluß, worauf hier nicht näher einzugehen ist. In jedem Fall wird der Verlauf der Holzstränge auch den der Spaltfläche bestimmen. So wird dieser bei vorhandener schiefer Faserung, in »drehwüchsigem« Holze, zur Längsachse des Holzkörpers geneigt sein, beziehentlich sie schraubig umlaufen, die Spaltfläche bei vorhandenem »Wimmerwuchs« quer gewellt erscheinen.

Im Zusammenhange mit anderen Eigentümlichkeiten einer Holzart verdient der Grad ihrer Spaltbarkeit immerhin Beachtung.

5. Spezifisches Gewicht. Das spezifische Gewicht, durch den Anteil der Wände und des mehr oder weniger stofferfüllten Inneren der Zellen, beziehentlich Gefäße, an dem Volumen des Holzkörpers bestimmt, darf neben den übrigen Eigenschaften einer Holzart nicht unberücksichtigt bleiben, wenn es im allgemeinen auch nur in extremen Fällen ein »Kennzeichen« abgeben wird.

Die meisten vorhandenen Zahlenangaben beziehen sich auf den lufttrockenen Zustand des Holzes, in dem dieses stets noch eine gewisse, wechselnde Menge, mindestens 8—10 Gewichtsprozente Wasser enthält (404). Erst nach völliger Vertreibung des Wassers durch künstliche Trocknung des Holzes gelangt man zu ganz einwandfreien Werten (253). Zur ungefähren Beurteilung der »Dichte« einer Holzart bietet das spezifische Lufttrockengewicht aber immerhin ein brauchbares Maß, doch darf nicht vergessen werden, daß dieses Gewicht nicht nur nach dem Feuchtigkeitsgrade der umgebenden Luft, sondern auch nach verschiedenen Individuen der betreffenden Baum- beziehentlich Strauchart und nach einzelnen Teilen derselben zwischen gewissen Grenzen schwankt. Diese liegen z. B. für Fichtenstammholz nach R. Hartig (404) bei 0,37 und 0,62. Im allgemeinen ist Wurzelholz meist leichter, Astholz häufig schwerer als Stammholz. Das geringste spez. Gewicht (0,25—0,21) zeigen die exotischen »Korkhölzer«. Unter den bei uns einheimischen und kultivierten Bäumen haben das durchschnittlich leichteste Holz (spez. Gewicht 0,33—0,49) der Virginische Wacholder (»Bleistiftholz«), die Zirbe, die Weymouthkiefer, Fichte und Tanne, der Trompetenbaum, die Weißweide, Schwarz- und Silberpappel, Weißerle, Linde. Die höchsten, über eins liegenden Gewichtszahlen finden wir bei tropischen Laubhölzern, unter denen das Pockholz mit 1.39 zu den schwersten gehört. Bei oder über 1,0 liegt das spez. Gewicht des Holzes des Buchsbaumes, der Steineiche (*Quercus ilex*), der weichhaarigen und der Kermeseiche, der Baumheide, der Kornelkirsche. Den genannten Hölzern schließen sich von europäischen als bemerkenswert schwere mit einem spez. Gewichte von 0,81—0,95 an das des Ölbaumes, des Flieders, der Rainweide, des Sperberbaumes, des Johannisbrotbaumes, des Weiß- und Schwarzdornes.

6. Härte. Unter »Härte des Holzes« versteht man in der Praxis nicht die Härte der Substanz des Holzes, sondern den Widerstand, den es, je nach seiner spezifischen Textur, dem Schneiden und Sägen entgegensetzt. Die Härte eines Holzes wird wesentlich von der Weite und Dickwandigkeit seiner Elemente abhängen, nicht von der Substanz der Zellhaut, denn diese ist bei allen Pflanzengeweben gleich hart und nur mineralische Einlagerungen können die Härte der Zellhautsubstanz erhöhen (245). Je dichter die Holzelemente sind, um so mehr Widerstand wird unter sonst gleichen Umständen ein in den Holzkörper eindringender Gegenstand, z. B. ein Messer, eine Säge finden. Da aber die erwähnten Verhältnisse auch das spez. Gewicht eines Holzes beeinflussen, so wird

sich zwischen diesem und der Härte eine allgemeine Beziehung ergeben in dem Sinne, daß das in lufttrockenem Zustande oder nach künstlicher Trocknung schwerere Holz auch das härtere ist und umgekehrt. Ordnet man die Hölzer nach ihrem spez. Gewicht, mit dem leichtesten beginnend, in eine Reihe und stellt man eine solche, mit dem weichsten anfangend, auch nach der Härte auf, so stimmen beide Skalen ziemlich miteinander überein (245, 405, 406).

Daß die Härte eines Holzes innerhalb seiner Masse ungleich sein wird, wenn hier Elemente von ungleicher Weite und Wanddicke gruppen- oder schichtenweise miteinander abwechseln, ist selbstverständlich. So ist namentlich in breiten Holzringen mancher Nadelbäume, z. B. der Tanne, Fichte, Kiefer, Lärche, das Spätholz in der Regel erheblich härter als das Frühholz. Mit dem Anteil des Spätholzes am Aufbau eines Holzkörpers steigen dessen Härte und spez. Gewicht.

Die Schwierigkeiten, die sich dem Techniker bezüglich einer vergleichbare Werte liefernden Methode zur direkten Ermittelung des Härtegrades der Hölzer entgegenstellten, sind hier nicht zu erörtern (3, 208). Als erster suchte Büsgen (405) die Härte einheimischer und ausländischer Hölzer ziffernmäßig zu bestimmen. Ihm folgte in der nämlichen Absicht G. Janka (245, 407), dessen eingehende und sehr beachtenswerte Untersuchungen der Härte einiger wichtiger einheimischer Nutzhölzer unter sorgfältiger Berücksichtigung der Faktoren stattfanden, die auf die Härte Einfluß nehmen, besonders des Verlaufes der Holzfasern, der Jahresringbildung, des spez. Gewichtes und der Feuchtigkeit, welche letztere die Härte erheblich herabsetzt. Durch Jankas Arbeiten, deren Ergebnisse hier nicht weiter zu besprechen sind, ist der Weg zur Ermittlung einer auf genaue ziffernmäßige Erhebungen gegründete Härteskala der Holzarten gegeben. Da die heute vorliegenden Untersuchungen zur Aufstellung einer solchen aber noch nicht ausreichen, müssen vorläufig die Erfahrungen der holzverarbeitenden Gewerbe für die Beurteilung der Härte der Hölzer als maßgebend gelten. Hauptsächlich sind von wichtigeren Holzarten etwa zu bezeichnen (208) als:

Sehr hart: Pockholz, Rotes Quebrachoholz, Ebenholz, Veilchenholz, Buchsholz, das Holz der Rainweide, der Steineiche (*Quercus ilex*), des Sauerdorns, des Hartriegels, der Heckenkirsche, des Weißdorns, des Flieders (*Syringa*).

Hart: Mahagoniholz, Hickoryholz, Robinienholz, das Holz der Weißbuche, des Ölbaumes, Zürgelbaumes, der Vogelkirsche, Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche, Zerreiche, Esche, des Ahorns, Kreuzdorns, Apfel- und Birnbaumes, des Nußbaumes, der Eibe.

Mittelhart: Teakholz, Pitchpineholz, das Holz der Elsbeere, Platane, Ulme, Edelkastanie, Vogelbeere, des Götterbaumes, der Legföhre.

Weich: Das Holz der Lärche, Douglastanne, Birke, Erle, Hasel, Roßkastanie, Weiß- und Schwarzföhre, Fichte, Tanne, des Wacholders.

Sehr weich: Das Holz der Linde, der Weiden und Pappeln, der Zirbelkiefer und Weymouthskiefer.

Die sonstigen physikalischen Eigenschaften der Hölzer, wie Festigkeit, Federkraft, Biegsamkeit, Zähigkeit usw. kommen für eine wesentlich anatomische Charakteristik nicht in Betracht und überschreiten den Charakter dieses Abschnittes. Hinsichtlich dieser Eigenschaften muß hier auf die einschlägige technische Literatur verwiesen werden (3, 206, 207, 208).

VII. Einschlüsse des Holzes.

Ohne mit Rücksicht auf die weiteren Abschnitte (wie Gerbstoffe, Farbstoffe usw.) auf die Einschlüsse des Holzes näher eingehen zu wollen, erscheint eine übersichtliche Zusammenstellung dieser zweckmäßig. Im einzelnen, besonders was den chemischen Charaker der Einschlüsse betrifft, sei auf den chemischen Teil V der Nutzhölzer verwiesen.

1. Wasser und Holzsaft. Die größte Menge des von den Wurzeln aufgenommenen Wassers dient als Ersatz des durch die Transpiration verloren gegangenen. Durch das Wasser werden Nährsalze mitgeführt, die später in der Holzasche wiederzufinden sind. Für die technische Ver-

wertung des Holzes spielt der Wassergehalt insofern eine besondere Rolle, als eine relative, für besondere Zwecke selbst eine fast absolute Trockenheit des Holzes Voraussetzung ist. Selbst am liegenden Stamm ist der Wassergehalt des Holzes für seinen späteren Wert zu berücksichtigen. Er befördert die Verderbnis, da die im Wasser gelösten organischen Stoffe die Ansiedelung von Pilzen begünstigen. Um dies zu verhüten, wird vielfach der stehende Stamm an der Basis tief geringelt und vor dem Fällen dem natürlichen Trocknungsprozesse überlassen oder das

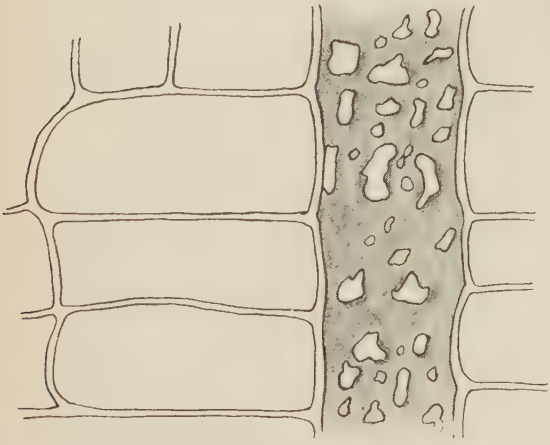


Abb. 45.
Gerbstoffschlauch in dem Mark des Hollunders mit eingetrockneten unregelmäßigen Gerbstoffschollen. (Nach v. Brehmer.)

Block- oder Schnittholz wird auf verschiedene technische Weise getrocknet, ausgelaugt oder imprägniert. Gebräuchliche Imprägnierungsmittel sind: schweres Teeröl, Kupfervitriol, Zinkpräparate, Quecksilberchlorid u. a.

Der Holzsaft besteht aus Wasser und in ihm gelösten Proteinstoffen, Kohlehydraten, Glukosiden, Pflanzensäuren, Bitterstoffen, Harzen, Riechstoffen u. a.

2. Gerbstoffe. Die Bedeutung dieses Exkretes liegt im wesentlichen in seiner fäulniswidrigen Eigenschaft. Der Gerbstoff ist ein antiseptisch wirksamer Stoff und erhöht die Widerstandskraft des Holzes, vielleicht auch gegen tierische Angriffe. Für gewöhnlich ist der in einem Holze vorkommende Gerbstoff nicht einheitlich, sondern besteht aus einem Gemisch verschiedener Gerbstoffe. Vor dem Absterben bildet die lebende Zelle des Holzes organische Stoffe, unter diesen besonders Gerbstoff, welcher in die Membranen der anliegenden Gewebe eindringt. Seine Oxydationsprodukte färben totes Holz dunkel. Eine tiefdunkle Färbung des Kernholzes kommt durch nachträgliches Einlagern von Gerbstoffderivaten zustande. Der chemische Vorgang der Gerbstoffbildung vollzieht sich vermutlich derart, daß das Formaldehyd, als erstes Produkt der Kohlensäureassimilation, sich zu Inotit und Hexosen polymerisiert, also ihre Bildung an Zuckerzufuhr gebunden ist, aus denen nach Oxydation und Wasserabspaltung mehrwertige Phenole und Phenolkarbonsäuren entstehen, die dann Gerbstoffe bilden. Die Gerbstoffe werden in Einzelzellen oder gewöhnlich in langgestreckten Zellen oder Schlauchreihen abgelagert, welche meist in Begleitung von Gefäßbündeln liegen. Besonders groß sind die Gerbstoffschläuche an der Peripherie des Markes der Holunderzweige. Solche Schläuche (langgestreckte, spindelförmige Zellen) erreichen eine Länge bis 25 cm, eine Weite bis 0,164 mm. Der Inhalt der jungen Gerbstoffschläuche ist zähflüssig und füllt den ganzen Schlauch aus, später schrumpft er durch Austrocknen zusammen, erhärtet und kleidet die Wand des Schlauches aus (Abb. 45). In älteren Holzteilen fallen die Schläuche schon makroskopisch durch ihren rotbraunen Inhalt auf. Die gerbstoffhaltigen Zellen erscheinen unter dem Mikroskop infolge der stark lichtbrechenden Eigenschaft, besonders konzentrierter Gerbstofflösungen, hellglänzend. Dem Holz ist der Gerbstoffgehalt zwecks technischer Verwertung durch Wasser zu entziehen. Besonders gerbstoffreich sind Quebrachoholz (20 bis 25% Gerbstoff), Eichenholz, Katechuholz, Edelkastanienholz, Eukalyptus- und die meisten Rosaceenhölzer. Näheres siehe Abschnitt Gerbstoffe.

3. Gummi. Vor dem Absterben können die lebenden Zellen des jungen Holzes, die ihre Reservestoffe auflösen, gummiartige Körper bilden, welche als Schutz- und Kerngummi ihre Hohlräume zum Teil verstopfen und die toten Gefäße verstopft halten. Der Vorgang vollzieht sich derart, daß feste Zellmembranen sich verflüssigen, d. h. nachträglich in Gummi umge-

wandelt werden (Gummosis im Holzkörper). Bei Citrus- und Prunus-Arten verquellen die zunächst einzelnen Verdickungsschichten der Zellwände, später wird auch der Zellinhalt zur Gummimasse. Der Kirschbaum erzeugt nach Verwundung durch das Cambium Nester dünnwandiger Parenchymzellen, welche in Gummibildung eintreten, anstatt normale Holzelemente zu bilden, d. h. die Gummosis erstreckt sich stets auf vorgebildete Parenchymgruppen, das »abnorme Holzparenchym« (201). Näheres siehe Abschnitt Gummiarten.

4. Balsam. Das Auftreten von Balsamgängen im Jungholz von *Liquidambar orientale* und *styraciflуum* ist die unmittelbare Folge mechanischer Verletzungen des Stammes. Es ist also der Balsam als Exkret ein typisches Schutzmittel nach Verletzungen. Die Balsamlücken und Gänge entstehen im Holze schizogen und entwickeln sich lysigen weiter. Näheres siehe Abschnitt Harze und Balsame.

5. Glukoside. Diese sind im Holze sehr selten. Man faßt sie teils als Endprodukte (Entgiftungsreaktion), teils als Reservestoffe, teils als Schutzstoffe auf; sie sind Stoffe, die durch Hydrolyse in Kohlehydrate und Aglukone gespalten werden und physikalisch feste, weiß kristallisierende Verbindungen darstellen. Optisch meist linksdrehend, besitzen sie bitteren Geschmack.

Bekannt ist vor allem das Glukosid »Fustin«, welches an Gerbsäure gebunden im Fisetholz auftritt. »Fustin« stellt glänzende Nadeln mit einem Schmelzpunkte von 220° dar und wird durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Rhamnose und Fisetin (gelbe Nadeln) gespalten. Unter den Holzfarbstoffen sind das »Brasilin« und »Hämatoxilin« als Glukoside aufzufassen.

6. Harze. Sie kommen vornehmlich im Holz in hellen Lücken und Gängen (Kanälen) vor und sind Verbindungen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und verhältnismäßig wenig Sauerstoff. Von gelblicher bis brauner Färbung, sind sie als Stoffwechselendprodukte aufzufasssen und infolge ihrer fäulniswidrigen Eigenschaft als »Schutzstoffe«. Nach Verwundungen verschließen die Harze die Wundstelle und verhärten schnell an der Luft. Geringen Harzausscheidungen stehen bei schweren Verwundungen Harzflüsse gegenüber.

Die Nadelhölzer liefern die Hauptmasse der Harze, es sind Reinharze, welche zur Gruppe der Resinolsäuren gehören und gewisse Beziehungen zu den Terpenen und Phytosterinen haben. Der Harzsaft verschiedener Pinusarten, das Terpentin, ist eine gelblich-weiße, zähe, dickflüssige Masse von besonderem Geruch und schwach-bitterem Geschmack. Der kristallinische Niederschlag dieses Harzsaftes ist der »dicke Terpentin«. Trocknet der Harzsaft von *Pinus pinaster* ein, dann erhält man »Galipot«. Lärchenterpentin, Kolophonium und Bernstein sind ebenfalls Produkte der Nadelhölzer. Näheres siehe Abschnitt Harze und Balsame.

Die Harzkanäle oder Exkretionsorgane sind Interzellularräume. Sie durchziehen bei den meisten Nadelhölzern das Holz quer und längs, und zwar in allen Teilen des Baumes. Sie bilden ein verzweigtes Röhrensystem mit Anastomosen und befinden sich meist in parenchymatischen Gewebeteilen, bei Pinus, Larix und anderen Koniferen aber auch im Hadromteile der primären Stammbündel. Es besteht insofern eine physiologische Beziehung der Sekretgänge zu den Gefäßbündeln, als diese die durch lebhaften Stoffwechsel ausgeschiedenen Exkrete aufnehmen, die an sich gleichzeitig als Schutzmittel gegen Verletzungen, tierische Angriffe, Verwesung und Fäulnis dienen.

Im Holzquerschnitt erscheinen die Harzgänge als weiße Pünktchen, im Längsschnitt als feine Linien.

Die Ansichten über die Entstehung des Harzes gehen noch auseinander. Entweder entsteht das Harz im Inneren von Drüsenzellen, die im Parenchym eingeschlossen sind, an gangförmige Interzellularkanäle grenzen und das in diesen schizogen entstandene Harz abscheiden, oder das Harz ist nach Tschirch (357) das Produkt einer besonderen Schleim- oder Gummischicht der Zellwand, der »resinogenen Schicht«. Letztere wird durch ein Enzym zur Sekretbildung befähigt. Nach Tschirch ist also das Zellplasma (Cytoplasma) an der Sekretbildung nicht beteiligt. Das in der Membran gebildete Sekret wandert bei schizogenen Sekret-

lücken in die Interzellularräume aus, bei Sekretzellen gelangt es in das Lumen der Zelle. Die Tschirchsche Ansicht scheint nicht für alle Sekretbildungen zuzutreffen. Es sind Fälle bekannt, wo das Sekret im Zellplasma derart entsteht, daß anfänglich kleine Vakuolen später zu einer großen Vakuole zusammenfließen.

Die schizogenen Harzkanäle durchziehen wie gesagt das Holz der Kiefern, Fichten und Lärchen der Länge und Quere nach zwischen den Tracheiden und sind von Holzparenchym umgeben. Sie stehen mit radial verlaufenden in breiten Markstrahlen liegenden Tracheiden in Verbindung. Diese Anordnung ermöglicht das Austreten großer Harzmassen bei Verwundungen der Stämme. Bei anderen Koniferen füllen sich die Holzparenchymzellen mit Harz. Über die Entstehung, Bau und Anordnung der Harzgänge siehe Abschnitt III: Innerer Bau der Hölzer, Abb. 45. »Harzfluß« (Resinosis) im Holz der Koniferen entspricht dem Gummifluß der Steinobstgehölze. Es ist eine Krankheitserscheinung, die sich im »Kienigwerden« des Holzes zuerst zeigt. »Harzbeulen« entstehen, wenn größere Harzmassen in verschieden großen Hohlräumen der Achse gebildet werden. »Harzstocken« oder »Harzüberfülle« oder »Erdkrebs« ist eine pathologische Anhäufung von Sekreten, die bei allen Nadelhölzern, seltener auch bei Laubhölzern auftreten kann und durch den Pilz Hallimasch *(Armillaria mellea* [Vabl.] Quél.) verursacht wird.

Braunschwarze Harzmassen, welche durch Ausschmelzen des Kernholzes gewonnen werden, führt das Pockholz (*Guajacum officinale*).

»Tacamatacharz« liefert das Holz von *Calophyllum inophyllum*. Das Balsamharz von *Liquidambar styraciflnum* bildet sich in inneren, schizogen entstandenen Sekretionsorganen, welche die Form von Harzgängen haben und im Mark nahe den Holzgefäßbündeln liegen. Mehrere Schichten kleinzelligen Epithels umgeben sie.

7. Kalzium. Das Kalzium findet sich in vielen Hölzern entweder an Oxalsäure als Kalziumoxalat oder an Kohlensäure als Kalziumkarbonat gebunden.

Der Kalk ist für alle höheren Pflanzen notwendig, da Kalkmangel pathologische, häufig schwere Vergiftungserscheinungen auslöst. Der an und für sich in schwerlöslicher Form im Boden vorhandene Kalk wird durch von den Wurzeln ausgeschiedene Assimilationskohlensäure mit organischen Säuren in einen für die Pflanze aufnahmefähigen Zustand übergeführt. In der Pflanze selbst wird er in komplexe Verbindungen mit Proteiden und Kohlenhydraten und zu Salzen organischer Säuren verwandelt und lagert sich beim Altern der Pflanzen vornehmlich in deren Gefäßen ab. Die Mengen des niedergeschlagenen Kalkes verstopfen die Gefäße und können so groß werden, daß in der Holzasche kleine Körperchen und Stäbchen wiederzufinden sind, die die Form und Struktur der Zelle noch erkennen lassen, die von Kalk ausgefüllt war.

Der kohlensaure Kalk tritt besonders in den Gefäßen des Kernholzes von *Ulmus campestris*, *Celtis orientalis*, *Sorbus torminalis*, *Pirus microcarpa*, *Fagus silvatica*, *Vitis vinifera* in Erscheinung. In den Gefäßen von *Tectona grandis* (Teakholz) liegen oft weiße Mineralmassen, die aus etwa 40% Phosphorsäure und etwa 30% Kalzium bestehen.

An Oxalsäure gebunden tritt das Kalzium in Form von Kristallen im Holze, als Kalziumoxalat (CaC_2O_4) auf. Diese Kristalle sind feste Einschlüsse des Protoplasmas und entstehen als Endprodukte des Stoffwechsels im Zellsafte der Vakuolen. Sie füllen häufig fast ganze Zellen oder solche, die sich zu kristallführenden Idioblasten umgewandelt haben, aus. Das Kalziumoxalat tritt im Alter der Pflanze häufig in solchen Massen auf, daß es einen wesentlichen mineralischen Bestandteil des Holzes ausmacht. Die physikalischen Bedingungen des Protoplasmas bestimmen, abgesehen vom Konzentrationsgrade der Lauge, die Form und Ausbildung der Kristalle. Daher liegen in den mehr parenchymatischen, kodiametrischen Zellen des Holzes gewöhnlich Einzelkristalle, mit meist regelmäßig ausgebildeten Flächen nach dem quadratischen oder monoklinen System. Eine feine von Protoplasma ausgeschiedene Haut wechselnder Konsistenz umhüllt die Kristalle. Letztere können im Holz so stark auftreten, daß sie mit bloßem Auge oder mit der Lupe als glänzende Pünktchen oft deutlich zu erkennen sind. Der Glanz der Markstrahlen des Eben-

holzes rührt von dem hohen Gehalt an Kristallen her. Neben Einzelkristallen treten gewöhnlich die Kristalle im Holz in Form von Kristallkammerfasern (Kalziumoxalatschläuche) auf. Diese entstehen dadurch, daß eine etwas gestreckte oder auch faserförmige Mittelzelle sich durch fortgesetzte Querteilung (in Verbindung mit gleichzeitiger Kernteilung) in eine größere Zahl Einzelkammern zerlegt, die je einen Kristall enthalten. Solche Kristallkammerfasern begleiten meist die Sklerenchymfasern oder Libriformfasern, besonders tropischer Laubhölzer.

»Sphärokristalle« aus Kalziumoxalat [oder Kalziumzitrat? (362)] haben radialfaserige Struktur und häufig Schichtung wie Stärkekörner. Sie sind selten und treten im Mark einiger Terminaliaarten auf.

8. Kieselsäure. Die Verkieselung von Zellwänden ist im Pflanzenreich sehr verbreitet. Der Kreislauf des Siliciums in den Pflanzen ist ziemlich unerforscht. Man weiß, daß Kieselsäure vor allem sehr häufig in den älteren Membranen vorkommt, jedoch meist in unbekannten Verbindungen. Die Pflanzen nehmen Kieselsäure und deren lösliche Salze ständig in kleinen Mengen aus dem Boden auf, indem sie diese mit Kohlensäure aufschließen. Man nimmt an, daß die Kieselsäure bei höheren Pflanzen ein zufälliger Bestandteil der Pflanzennahrung ist, weil diese in kieselsäurefreier Kultur ein normales Wachstum zeigen. Auch weist die Kieselsäurezunahme und -abscheidung in Gefäßen alternden Holzes auf Anhäufung infolge ungewollter Aufnahme gleichzeitig mit den lebenswichtigen Nährsalzen hin. Es ist auch möglich, daß die Kieselsäureeinlagerungen mechanische Bedeutung haben und der Festigung des Holzes dienen. Aus Schnittpräparaten entfernt man sie mit $1^1/_2$%iger Flußsäure. Kieselzellen treten bei Palmen häufig auf. Im Lumen besonderer Behälter, den Kieselzellen, wird Kieselsäureanhydrid abgelagert. Die Zellen liegen gewöhnlich in Längsreihen an der Oberfläche der Sklerenchymstränge. Es sind kleine Zellen, die einen breitkegelförmigen Kieselkern enthalten und den Sklerenchymsträngen warzenförmig aufsitzen. Sie entstehen wie die Kristallkammerfasern durch Kammerung faserförmiger Mutterzellen.

Kieselkörper füllen die Gefäße und andere Elemente des Kernholzes von Chrysobalanaceen und Verbenaceen aus. So enthält das Teakholz *(Tectona grandis)* in den Gefäßen amorphe Kieselsäure. Der Stamm von *Hirtella silicea* (Rosaceae — trop. Amerika) liefert verbrannt Kieselsäure für die Töpferei. Die Kieselkörper dieses Baumes füllen ganze Zellen als kompakte Massen aus. Die Zellwände sind jedoch nicht verkieselt (363).

9. Farbstoffe (siehe auch Abschnitt: Farbstoffe). Die zur Flavongruppe gehörenden Farbstoffe technisch benutzter Farbhölzer haben ihren Sitz in den Membranen. Ihre Konstitution ist so gut wie unbekannt. Die wichtigsten Farbstoffe sind: Brasilein und Haematein.

Weitere Farbstoffe führen: Brasilianisches Fernambukholz, Gelbes Brasilholz oder echtes Gelbholz oder echter Fustik, Sandelholz u. a.

Die schwarze Farbe des Ebenholzes ist nur dem Kern, nicht dem Splint eigen. Sie stammt von Stoffen, welche die Innenräume der Holzelemente erfüllen und auch die Membranen schwach färben.

Nicht alle Holzfärbungen sind auf eingelagerte Farbstoffe zurückzuführen. So ist die Orangerotfärbung liegenden Erlenholzes auf einen Oxydationsvorgang zurückzuführen, ebenso das Braun- und Grauwerden der Hölzer. In letzteren Fällen spielen Oxydationsvorgänge gemeinsam mit Eisenverbindungen eine Rolle. Grünfärbung des Holzes ist meist »Grünfäule«, die bei Kiefern durch einen Pilz *Peziza spec.* hervorgerufen wird. Ebenso wird die bekannte »Blaufäule« durch den Pilz *Ceratostomella pilifera* verursacht.

10. Kohlenhydrate und verwandte Substanzen. Entstanden durch den Prozeß der Photosynthese werden die Kohlenhydrate meist in Form höherer Polysaccharide gespeichert. Für die Hölzer kommen hauptsächlich Stärke und Zellulose in Frage.

a) Die Stärke findet sich vornehmlich im Mark, Holzparenchym und Markstrahlen der Bäume. Die im Holzparenchym und in den Markstrahlen während des Winters aufgespeicherte Stärke wird im Frühjahr in Zucker verwandelt. In die Gefäße wird ein Teil des Zuckers durch Osmose hineingepreßt und durch den

Transpirationsstrom zu den wachsenden Sprossen geführt. So enthält der Saft von *Acer saccharinum* 3,57%, der von *Acer platanoides* 1,15—3,44% Zucker. Fast alle Laub- und Nadelhölzer haben in Tracheen und Tracheiden im Frühjahr (Anfang Mai) ziemlich hohen Zuckergehalt (Glukose). Dieser geht im Sommer zurück. Selbst im Winter ist in den Stämmen immer noch Zucker vorhanden. Diese Reservestoffe werden an Ort und Stelle zum Aufbau des Stammgewebes verbraucht, nur das nicht Verarbeitete wird durch die Leitungsbahnen den Vegetationspunkten zugeführt (370). Näheres über Stärke siehe Abschnitt Stärke. Hier sei nur kurz auf die Stärke des Palmenstammes eingegangen. Die Menge seiner Stärke wechselt im Stamm je nach dem Alter, der Blüte- und Fruchtzeit. Bei *Metroxylon Rumphii* Mart. entsteht die Stärke periodisch im Zusammenhang mit Blüten- und Fruchtbildung. Die im Innern des Palmstammes entstandene Stärke ist das Baumaterial für Holzteile und Blüten und Früchte. Ist die Palme ungefähr 9 Meter hoch, dann fruchtet sie einmal, um dann abzusterben.

Der etwa 30 cm dicke Stamm hat von außen nach innen eine bis 4 cm breite weißliche, nicht sehr harte Holzschicht, innen schwammiges, von Fasern durchzogenes Gewebe, dessen Zellen mit Stärke vollgestopft sind. Der jugendliche Stamm enthält wenig Stärke. Der Gehalt steigt, wenn die Blattscheiden Stacheln treiben. Nach Abwerfen der Stacheln und Weißstaubigwerden der Blätter ist der größte Stärkegehalt im Baum (Periode: »Maaputik« = der Baum wird weiß). Kurz darauf treibt die Spitze den Blütenstand (Periode: »Saga bouting« = der Baum ist trächtig). Bei der Blüten- und Fruchtbildung wird wenig im Stamm gespeicherte Stärke zum Bilden der Holzteile des Blütenstandes umgesetzt. Ist der Blütenstand etwa 120 cm lang, dann ist das Stadium »Majang bara« = das Junge tritt hervor, erreicht. Die Scheiden, aus welchen die Blütenzweige hervorbrechen sollen, sind noch nicht geöffnet. In diesen drei Perioden verliert der Baum keine größeren Stärkemengen. Verzweigt sich der Blütenstand (Periode: »Batsja Bang« = der Trieb verzweigt sich), d. h. der Blütenstand ist bis 3 m lang geworden, dann ist die größte Menge der Stärke bereits zu dicken Holzfasern verbraucht. Kommt die Blüteperiode (»Siriboa«) und die Fruchtperiode (»Bahoa«), dann ist alle Stärke verbraucht. Ein gesunder Baum bringt bis 800 Pfund Stärkemehl hervor. (Nach Liebig.)

b) Zellulose. Sie ist der Hauptbestandteil der Zellwand und besitzt organisierte Struktur. Im jungen Zustande bestehen die Zellwände aus fast reiner Zellulose, später wird sie von Ligninsubstanzen inkrustiert.

Alles weitere, besonders auch die technische Verarbeitung überschreitet den Rahmen dieses Abschnittes. Erwähnt sei nur noch, daß »Lignin« ein Sammelname ist und aus Kondensationsprodukten von Koniferyl- und Oxykoniferylalkohol bestehen soll (369). Letztere werden als die eigentlichen Träger der verschiedenen Holzreaktionen angesehen. In verholzten Membranen bleibt sehr häufig die innerste Membran unverholzt. Das in den verholzten Membranen enthaltene »Hadromal« soll nach Czapek die mikrochemischen Holzreaktionen bedingen.

Die Ligninsubstanzen werden durch Erhitzen mit Phenolen und Petroläther entfernt. (Näheres siehe Abschnitt V »Chemische Charakteristik«.)

c) Fukose (Methylpentose) kommt in Bäumen vor. Sie kann durch Hydrolyse mit verdünnter Schwefelsäure als wasserlösliche Nadeln oder Blättchen von süßem Geschmack gewonnen werden.

d) d-Glukose. Sie tritt im Holz auf, ist im Tannin enthalten, und wird durch Hydrolyse von sorgfältig gereinigtem Tannin gewonnen.

e) Stachyose (Tetrasaccharid) ist in der Mannaesche und im Jasmin enthalten. Es sind glänzende, farblose Blättchen von süßem Geschmack.

11. Alkaloide. Alkaloide finden sich selten im Holze. Sie sind komplizierte stickstoffhaltige Endprodukte des Stoffwechsels, Sekrete, die auch im abgestorbenen Protoplasten liegen können und Nebenprodukte der Stickstoffassimilation darstellen. Ökologisch bedeuten sie meist Schutzmittel gegen tierische Angriffe.

Hervorzuheben ist besonders das Berberin, welches bis zu 3,5% im »Columbo-

holze« (*Coscinium fenestratum* Colebr.) enthalten ist.

12. Bitterstoffe. Sie sind den Glukosiden verwandt, im Zellsaft gelöst, stellen Endprodukte des Stoffwechsels dar, sind indifferent und bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die farblosen oder auch schwach gefärbten, meist kristallinischen Körper haben bitteren Geschmack und sind in Alkohol und Äther leicht, in Wasser schwer löslich. Die beiden Quassiaarten, das »Jamaika-Bitterholz» (*Picrasma excelsa* Sw., Planchon aus Westindien) und das »Surinam-Bitterholz« (*Quassia amara* L. fil. aus dem tropischen Amerika) enthalten im Holze Bitterstoffe, die unter dem Namen Quassiin bzw. Picrasmin zusammengefaßt werden. Siehe Abschnitt Bitterstoffe.

13. Öle und Fette. Die Entstehung der Öle im Holze ist noch unbestimmt. Entweder bilden sie sich durch Umwandlung von Kohlenhydraten wie Zellulose, Stärke, Glukose oder durch Zersetzung von Eiweißstoffen (sind also Eiweißstoffwechselprodukte).

Ätherische Öle finden sich in Hölzern meist fertig gebildet und erfüllen das innere Zellgewebe. Sie sind Abbauprodukte und kommen für den Stoffwechsel nicht mehr in Betracht.

Das Holz von *Santalum album* führt 2—5% Sandelöl im Kernholze. Fette zeigen sich als Reservestoffe in Baumstämmen, sie liegen in Form von kleinen Tröpfchen in den Zellen. Nach früheren Ansichten soll das Fett aus Stärke bzw. Zucker, nach neueren Ansichten aus Pentosanen entstehen. Das Pflanzenfett kann sich zu Kohlenhydraten verwandeln und umgekehrt. Bei dieser Umwandlung wird Fett hydrolysiert, das entstandene Glyzerin sofort verarbeitet und die Fettsäuren werden oxydiert. Die Fettbildung bzw. Fettlösung in den »Fettbäumen« ist von der Temperatur unabhängig und bildet sich gleichzeitig mit der Stärke, scheint aber mit der Stärkeumwandlung im Baume nicht direkt zusammenzuhängen. Tannen und Fichten haben ihren höchsten Fettgehalt im Sommer, infolgedessen ist die Fettbildung wohl kein Schutzmittel gegen Kälte, wenn auch im Vergleich zum Herbst im Winter der Fettgehalt der Bäume etwas zunimmt. Im Gegensatz zu den »Stärkebäumen«, bei denen die Reservestärke im Holz und Mark vom Herbst bis Mai fast unverändert bleibt — zu ihnen gehören die meisten, vor allem alle hartholzigen Laubbäume — wird bei den »Fettbäumen« im Winter und Frühjahr die Holzstärke völlig, seltener auch nur teilweise, umgewandelt. Zu ihnen gehören die weichholzigen Bäume wie Linde, Birke, *Pinus silvestris* (370).

Bemerkt sei noch die Ansicht von Weber (371), daß die Bildung des Fettes und die Auflösung der Stärke im Stamme periodisch ist.

14. Schleim. Der Schleim, welcher aus Kohlenhydraten besteht, gehört entwicklungsgeschichtlich der Zellwand an. Diese verdickt sich schleimig und speichert unter Quellung Wasser.

»Schleimflüsse« treten bei Bäumen (weißer Schleimfluß der Ulmen, Eschen, Ölbäume) auf, welche infolge Verwundung krebsartige Wucherungen — verursacht durch Bakteriose — zeigen. Im Schleim selbst sind neben anderen Mikroorganismen, wie Hefen und Pilzen, auch Bakterien enthalten. Vgl. den Abschnitt Schleime.

15. Milchsaft. Der Milchsaft gilt wegen seines Gehaltes an plastischen Stoffen teils als Bildungssaft und wegen seines Gehaltes an Stoffwechselendprodukten teils als Exkret (337). Er befindet sich in Milchsaftzellen — ringsum geschlossene Zellen — wie z. B. beim Ahorn, oder in verzweigten Röhren, die zu den Sekretzellen zu rechnen sind, keine Querwände besitzen und eine unverdickte, glatte, weiche Zellwand haben.

Im allgemeinen ist der Milchsaft im Holze selten. Die Moracee *Chlorophora excelsa* führt im frischen Zustand im Splint Milchsaft. Im Holz der Papayen (Caricaceae) liegt ein reiches, gegliedertes Milchröhrennetz zwischen den Holzparenchymzellen und steht mit den Gefäßen in unmittelbarer Berührung. Der Milchsaft der Papayen enthält eiweißlösende Enzyme, er peptonisiert.

16. Kampfer. Der rechtsdrehende d-Kampfer (Japankampfer) ist im Holze des Kampferbaumes (*Cinnamomum camphora* Nees.) enthalten und wird aus ihm durch Destillation mit Wasserdampf und Sublimation gewonnen. Die gewonnene Masse

ist mürbe, kristallglänzend, farblos, durchscheinend, zäh, von brennendem, bitterem, später kühlendem Geschmacke. Im Holz des Kampferbaumes findet der Kampfer sich in einem ätherischen Öle, welches in zahlreichen Ölzellen liegt, gelöst. Das Öl setzt sich durch Oxydation im lebenden Baume zu Kampfer um. Je älter der Baum, je dichter das Holz, desto höher der Kampfergehalt. Siehe Abschnitt Äther, Öle und Kampfer.

17. Riechstoffe. Diese machen sich häufig an frisch gefällten Hölzern bemerkbar. Vielfach verlieren die Hölzer ihren Riechstoff bald, behalten sie ihn bei, dann ist das Holz gewöhnlich wertvoll. Die Entstehung der Riechstoffe ist noch unbekannt, gewöhnlich sind ätherische Öle die Ursache. Besonders zu erwähnen sei neben Sandelholz *Juniperus virginiana* (Bleistiftholz), *Cedrela odorata* (Zigarrenkistenholz), *Prunus mahaleb* (Weichselholz). »Vacapou« (Spazierstockholz) und »Veilchenholz« von *Acacia homalophylla* (Tabakpfeifenholz).

VIII. Statistik der Nutzhölzer.

Es liegt nicht im Sinne dieser Bearbeitung, eine erschöpfende Statistik des Verbrauches, der Einfuhr und Ausfuhr von Nutzhölzern der einzelnen Länder zu geben. Immerhin sollen nachfolgende Zusammenstellungen einen Einblick in den gewaltigen Holzverbrauch der Völker geben. Welche Bedeutung der Holzverbrauch im deutschen Wirtschaftsleben spielt, geht daraus hervor, daß allein die Bergwerke zum Ausbau der Schächte und Stollen jährlich ungefähr vier Millionen Festmeter, die Eisenbahnen ungefähr eine Million Festmeter jährlich an Holzschwellen, die Zellulosefabriken und Holzschleifereien für Bücher und Zeitungen jährlich 1 500 000 tons Holz verarbeiten. Für die Herstellung des gesamten Druckpapierbedarfs sind jährlich sechs Millionen Festmeter Holz notwendig, wobei jeder Deutsche durchschnittlich 4,4 kg, jeder Amerikaner 5,7 kg, jeder Engländer 6.5 kg Papier verbraucht (327). Die jährliche Holznutzung Deutschlands betrug vor dem Kriege ungefähr 50 Millionen Festmeter, der gesamte Holzvorrat 2—2½ Milliarden Festmeter. 17 Millionen Festmeter wurden technisch als Nutzholz verarbeitet, der Rest als Brennholz (327).

Im Gegensatz zu Schweden, Finnland und Bosnien, welche eine Bewaldungsziffer von 40—60% haben (Verhältniszahl zwischen Wald- und Landfläche), war Deutschland mit seinen rund 14 Millionen Hektar Waldfläche wegen seiner hochentwickelten Industrie und seiner nach bestimmten Gesetzen geregelten Forstwirtschaft vor dem Kriege nicht in der Lage, seinen Holzbedarf aus sich heraus zu decken. Es führte rund 10 Millionen Festmeter Holz jährlich ein. Von besonderer Bedeutung für das deutsche Mutterland waren die Waldbestände seiner Kolonien. Die Gesamtausfuhr Deutsch-Ostafrikas an Erzeugnissen der Forstwirtschaft erreichte

1911/1912 einen Wert von 5 395 648 M.
1912/1913 einen Wert von 9 327 845 M.

Bau-, Nutz- und Edelhölzer nahmen
1911/1912 mit 6 155 009 kg,
1912/1913 mit 3 839 625 kg
an der Ausfuhr teil.

Kamerun führte an Bau- und Nutzholz aus:

1909/1910: 1 632 000 kg
1910/1911: 7 204 274 kg
1912/1913: 11 289 972 kg.

Der Holzhandel Togos war noch gering, die Einfuhr von Bau- und Nutzholz überstieg noch bei weitem die Ausfuhr.

Die Waldbestände der Erde betragen rund 15,2 Millionen Quadratkilometer, d. h. fast ein Viertel der gesamten Erdoberfläche. Die durchschnittliche Erzeugung und der Verbrauch an Holz aller Art ist folgender nach Vespermann (328) (siehe nebenstehende Tabelle):

Nach dieser Tabelle haben Großbritannien, Portugal, Holland, Belgien, Frankreich und Italien Mangel an Holz, Rußland, Schweden, Norwegen und Österreich-Ungarn Überschuß.

Das Verhältnis zwischen Menge und Wert der Ein- und Ausfuhr von europäischem und amerikanischem Holze zeigt folgende Tabelle nach Vespermann (328):

Länder	Produktion aller Holzarten	Verbrauch von			Jährlicher Verbrauch	
		Brennholz	Bau- und Nutzholz	allen Arten	Wert in 1000 Mk.	cbm auf den Kopf
	in 1000 cbm jährlich					
Großbritannien	3 920	1 680	11 060	12 740	405 000	0,336
Frankreich	30 240	23 800	12 040	35 840	428 000	0,924
Deutschland	40 600	21 280	19 320	40 600	490 000	0,896
Rußland	179 200	77 560	93 800	171 360	1 126 000	2,128
Österreich-Ungarn	55 440	31 360	21 280	52 640	602 000	1,428
Italien	13 440	6 440	7 840	14 280	246 000	0,504
Spanien, Portugal	5 600	3 080	5 880	8 960	188 000	0,448
Belgien, Niederlande	1 960	560	2 520	3 080	94 000	0,336
Schweden, Norwegen	25 200	8 960	9 660	18 620	226 000	2,856
Europa	355 600	174 720	183 400	358 120	3 805 000	1,448
Vereinigte Staaten	86 800	39 760	47 040	86 800	1 548 000	1,624
Kanada	8 700	3 920	2 240	6 160	108 000	1,372
Zusammen:	451 100	218 400	232 680	451 080	5 461 000	1,232

Länder	Menge in Tonnen		Wert in Millionen Mark		Mehr Einfuhr	Mehr Ausfuhr
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	+	—
Großbritannien und Irland	9 290 000	—	476,9	2,6	474,2	—
Deutschland	4 600 000	—	287,8	18,9	268,9	—
Frankreich	123 000	—	118,2	36,9	81.3	—
Belgien	102 000	—	133,1	2,4	130,7	—
Dänemark	470 000	—	29,6	0,1	29,5	—
Italien	420 000	—	113,1	3,1	110,0	—
Niederlande	180 000	—	154,2	99,8	54,4	—
Rumänien	43 500	397 000	8,4	20,2	—	11,8
Norwegen	—	1 040 000	9,5	41,0	—	41,5
Österreich-Ungarn mit Bosnien und Herzogowina	—	3 670 000	18.0	193.0	—	175,0
Schweden	—	4 460 000	14,4	159,6	—	145,2
Rußland	—	5 900 000	21,1	299,0	—	277,9
Finnland			1,1	114,1	—	113,0
Vereinigte Staaten	—	—	143,4	215,8	—	72,4
Kanada	—	—	19,9	198,6	—	178,7

Statistik über Ein- und Ausfuhr von Bau- und Nutzholz (Weichholz) der einzelnen Länder nach **Vespermann** (328).

Deutschland:

Jahr	Ausfuhr	Einfuhr			
		insgesamt	davon		
			gesägt, Kanthölzer	rot	zusammen
	Millionen Mark				
1906	14,9	296,3	149,3	108,2	257,6
1907	13,7	298,3	138,7	123,1	262,8
1908	14,0	257,3	115,5	108,6	224,1
1909	16,1	264,8	120,6	108,8	229,4
1910	18,9	287,8	139,1	113,7	252,8

Deutschlands auswärtiger Holzhandel in den Jahren 1913, 1924 und 1925.

Nach den Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamtes (Werte in 1000 RM).

Länder	Einfuhr												Ausfuhr											
	Bau- u. Nutzholz			Holz zu Holzmasse			Holzschliff und Zellstoff			Gerbhölzer, -rinden und -auszüge			Bau- u. Nutzholz			Holz zu Holzmasse			Holzschliff und Zellstoff			Gerbhölzer, -rinden und -auszüge		
	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925
Abessinien	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ägypten	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3	4	83	20	34	—	—	—	—	—	—	—	13	40
Albanien	—	20	8	—	—	—	—	—	—	—	40	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Algerien	2	40	5	—	—	—	—	—	—	8	—	6	—	2	18	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Argentinien	—	43	45	—	—	—	—	—	—	13240	10973	15132	178	555	307	—	—	—	734	1558	885	88	36	—
Australischer Bund	476	21	129	—	—	—	—	—	—	345	236	463	15	2	5	—	—	—	6	56	—	13	—	—
Belgien	88	32	309	—	—	—	45	—	13	2105	57	76	2669	504	1116	1	—	—	1872	176	1399	481	35	16
Belg.-Kongo	1	61	101	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bolivien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brasilien	191	159	170	—	—	—	—	—	—	3	181	172	183	2	6	—	—	—	19	890	1414	7	6	25
Britisch-Indien	2538	369	1198	—	—	—	—	—	—	2842	1484	2454	—	6	—	—	—	—	17	24	41	—	3	3
Britisch-Ost-Afrika	13	67	123	—	—	—	—	—	—	401	166	461	1	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Britisch-Süd-Afrika	29	232	188	—	—	—	—	—	4	4763	4450	7375	24	110	91	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Britisch-West-Afrika	1149	1004	1074	—	—	—	—	—	—	14	185	255	86	52	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bulgarien	12	63	—	—	—	—	—	—	—	—	55	99	—	—	38	—	—	—	—	—	—	81	15	80
Canada	19	26	283	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	10	—	1	5	—	—
Ceylon	24	4	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chile	2	47	1	—		—	—	—	—	3	41	80	3	5	1	—	—	—	5	182	176	19	1	3
China	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2182	1424	1117	2	314	—	—	—	—	—	7	18	27	51	38
Columbien	14	—	—	—	—	—	—	—	—	190	5	6	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Costarica	580	124	282	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cuba	965	16	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Dänemark	94	77	176	—	—	—	—	—	31	1	18	64	1531	1218	769	—	—	—	46	36	32	550	24	10
Danzig	—	4226	6105	—	-	—	—	—	—	—	3	4	—	178	92	—	—	—	—	3	—	—	203	59
Deutsch-Ost-Afrika	233	22	28	—	—	—	—	—	—	232	17	38	45	—	1	—			—	—	—	—	—	—
Deutsch-Süd-West-Afrika	11	32	10	—	—	—	—	—	—	8	5	19	194	59	192	—	—	—	-	—	—	—	—	—

Dominikan. Repub ik	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105	93	165	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ecuador	—	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—		—	—	—	—	—	—	1	
Elsaß-Lothringen	—	358	1293	—	1	—	—	2	—	—	38	6	—	892	815	—	—	—		1636	1865	—	—	3	
Estland	—	34	156	—	—	—	—	—	160	—	—	—	—	5	1	—	—	—	—	1	68	—	—	14	
Finnland	29868	14682	36921	74	8477	19216	1258	2608	6468	10	—	—	247	101	98	—	—	—	57	4	45	330	1	36	
Frankreich	3055	475	3711	—	—	—	82	5	114	5604	602	810	3873	7277	3582	952	10	70	9155	3242	5074	226	2	3	
Franz.-Indien	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Franz.-Marokko	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	215	20	10	—	—	—				—	—		
Franz.-West Afrika	4383	4695	11648	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Griechenland	—	—	—	—	—	—	—	—	—		74	234	181	1315	300				—	4	—	2	12	106	
Großbritannien	125	47	135	—	—	1	23	68	109	215	63	40	6194	3685	2164	—	—	—	5898	3392	4995	187	3	52	
Guatemala	28	12	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Haiti	87	56	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	9	—	—	—	—	
Honduras	64	21	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	
Italien	697	1114	536	—	—	—	—	35	75	2242	1378	2253	1417	1715	1856	—	—	1	4910	3306	8414	332	34	62	
Japan	2194	12	306	—	—	—	—	—	—	56	1	9	4	6	—	—	—	—	86	501	555	219	—	18	
Jugoslawien	—	1738	4060	—	—	5	—	—	6	—	374	327	—	11	3	—	—	—	—	10	—	—	10	264	
Kamerun	505	23	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lettland	—	1030	4154	—	2527	695	—	54	—	—	—	—	—	20	41	—	—	—	—	24	218	—	105	219	
Liberia	3	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Litauen	—	1955	2812	—	2006	1316	—	85	8	—	—	—	—	11	4	—	—	—	—	—	—	—	7	6	
Luxemburg	—	12	30	—	—	—	—	—	—	—	29	439	—	12	30	—	—	—	—	—	—	—	29	439	
Madagaskar	161	35	106	—	—	—	—	—	—	781	168	167	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Malakka	18	—	2	—	—	—	—	—	—	502	44	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mandatsgebiet Süd-ee (ehemal. deutsch)	248	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Memelland	—	2159	3338	—	1292	—	—	366	—	—	—	—	—	40	95	—	—	—	—	—	—	—	—	4	
Mexiko	536	40	182	—	—	—	—	—	—	—	8	—	67	—	3	—	—	—	108	737	490	18	9	30	
Neufundland	831	201	235	—	—	—	—	—	—	4	59	72	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Neuseeland	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Nicaragua	123	187	607	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Niederlande	3763	1818	4797	—	—	—	195	48	201	231	62	160	6483	9321	13577	1	—	1	1948	1579	3227	294	50	72	
Niederl.-Indien	1182	324	1057	—	—	—	—	—	—	226	344	577	—	—	38	—	—	—	—	—	81	12	—	—	
Norwegen	1451	112	525	—	—	—	460	138	1612	5	—	—	253	39	60	—	—	—	32	64	10	353	49	33	
Österreich	—	7155	17449	—	34	840	—	274	1409	—	311	1168	—	148	125	—	—	—	—	186	524	—	84	241	

Länder	Einfuhr												Ausfuhr											
	Bau- u. Nutzholz			Holz zu Holzmasse			Holzschliff und Zellstoff			Gerbhölzer, -rinden und -auszüge			Bau- u. Nutzholz			Holz zu Holzmasse			Holzschliff und Zellstoff			Gerbhölzer, -rinden und -auszüge		
	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925	1913	1924	1925
Palästina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	2	—	33	13	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Panama	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Paraguay	21	—	4	—	—	—	—	—	—	59	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Persien	16	—	—	—	—	—	—	—	—	53	4	6	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Peru	—	65	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	11	—	—	—	—	—	2	—	—	1
Philippinen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Polen	—	45336	91497	—	11856	18753	—	804	2378	—	75	97	—	976	503	—	6	14	—	193	215	—	185	147
Portugal	—	2	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	39	115	—	—	—	222	22	77	5	18	28
Portug.-Ost-Afrika	86	51	145	—	—	—	—	—	—	6	27	6	7	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Portug.-West Afrika	1968	532	64	—	—	—	—	—	—	—	—	54	40	2	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rußland	127987	3024	13572	31675	2641	4250	93	—	—	8	—	—	586	1	4	—	—	—	659	527	2810	1485	756	37
Rumänien	1964	346	4373	—	—	1	13	81	188	2	6	74	27	15	1	—	—	—	107	—	—	290	326	750
Saargebiet	—	497	1140	—	—	—	—	—	—	—	2	8	—	2798	2409	—	—	—	—	—	2	—	5	6
Salvador	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Samoa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schweden	34747	6209	21517	—	—	289	4608	260	8275	147	56	272	575	282	202	—	—	—	374	234	70	1205	43	107
Schweiz	892	397	1281	7	—	—	34	73	109	232	107	204	3826	5154	3872	632	1292	400	1310	555	600	83	36	84
Siam	210	46	258	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spanien	274	—	830	—	—	—	—	28	—	12	79	33	278	619	1075	—	—	—	1513	1476	1869	60	3	26
Togo	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Türkei	—	16	135	—	—	—	—	—	—	—	1477	2081	—	10	42	—	—	—	—	—	—	—	13	67
Tunis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tschechoslowakei	—	77595	79128	—	22671	30629	—	2706	4793	—	1263	1401	—	255	362	—	—	—	—	318	580	88	36	—
Ungarn	—	581	1673	—	—	—	—	2	7	—	13	99	—	26	56	—	—	—	—	—	—	—	7	68
Uruguay	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	15	20	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Venezuela	226	186	229	—	—	—	—	—	—	1020	272	211	—	1	3	—	—	—	—	—	—	2	—	1
Vereinigte Staaten von Nordamerika	49987	11955	42376	—	—	—	162	—	72	111215	360	612	368	5	50	—	—	—	6846	16215	13279	41	17	9

In Beziehung auf spezielle Statistik, wie die Holzversorgung in der Kriegszeit, Holzbedarf einzelner Länder usw. sei auf folgende Literatur verwiesen: (465, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564).

B. Besonderer Teil.

I. Aufzählung, systematische Gliederung und pflanzengeographische Verbreitung der Pflanzen, deren Hölzer technisch benutzt werden.

1. Ginkgoaceae.

Ginkgo biloba L. China, Japan. »Ischo«, »Gin«. Liefert ausgezeichnete Brettware, besonders zu Wandtäfelungen. Nakamura (230), Fujioka (236).

2. Taxaceae.

Podocarpus latifolia Wall. Ostindien. »Nirambali.« Das Holz findet Verwendung beim Bootsbau. Watt (260).

P. nageia R. Br. Südl. Japan. »Nagi.« Liefert Brettware. Kawai (1).

P. alpina R. Br. Newholland, Viktoria, Tasmanien. »Alpen-Steineiche.«

P. Lamberti Kl. Brasilien. »Atambú-assú.« Liefert rötlich gelbes, sehr dauerhaftes Bau- und Nutzholz. Peckolt (261).

P. elongata L'Hér. Kapland, trop. Afrika. »Outeniqua Yellow-wood«, »Common Yellow-wood«, »Uinkoba«. Liefert sehr geschätztes Nutzholz zu Bauten und Eisenbahnschwellen. Engler (50), Stone (6).

P. macrophylla Don. Japan, Insel Kiushiu, China. »Maki«, »Kusa Maki«, sehr dauerhaftes weißes Holz, welches niemals von Insekten angegriffen wird. Zu Gefäßen, Kistenwaren und Wasserbauten verwendet. Nakamura (230).

P. Thunbergii Hook. Südafrika (Kapland). »Real Yellow Wood«, »Umceya«. Das gleichmäßig gelbe, feinfaserige und glatte, leicht zu bearbeitende Holz liefert hauptsächlich Ackergeräte. Stone (6).

P. augustifolia Parl. Argentinien. »Pino blanco.« Splint und Kern gelblich; zu Zimmerhandwerk, Kunsttischlerei, Färberei verwandt.

P. Manii Hook. fil. Westafrika. Liefert Nutzholz. Engl. (50).

P. falcata (Thbg.) R. Br. Ostafrika. Desgleichen Engl. (50).

P. milanjiana Radlk. »Lokale Varietät« v. P. Thunbergii Hook. Kapland. Deutsch-Ostafrika. Liefert »Msé«, »Yellow-wood«. Weich, leicht, ohne Kernfärbung, leicht zu bearbeiten, vielseitig verwendbar, mit Kreosot imprägniert sehr dauerhaft. Battiscombe (262).

P. neriifolia Don. Ostindien, malaiische Inseln. »Gunsi«. Das grauweiße mäßig harte Holz von sehr gleichmäßigem Gefüge ist zur Herstellung von Rudern, Masten und Planken sehr geschätzt. Watt (260).

P. cupressina R. Br. Burma, Java. Nutzholzbaum. Luerssen (214).

P. totara S. Benn. Siehe Totaraholz.

P. ferruginea Benn. »Mirobaum«, »Black Pine«. Neuseeland. Liefert vorzügliches Bau- und Nutzholz. Semler (12), Stone (6).

P. dacrydioides A. Rich. Neuseeland, »New Zealand White Pine«, »Kahikatea«. Vorzügliches Bau- und Nutzholz. Luerssen (214), Stone (6).

P. spicata R. Br. Neuseeland. »New Zealand Black Pine«, »Matai«. Liefert gelbes bis zimtbraunes, feinfaseriges, sehr dauerhaftes, vielseitigst verwendbares Bau- und Werkholz, eines der besten seiner Art, auch für die Kunsttischlerei geeignet. Stone (6).

Dacrydium cupressinum Sol. Neuseeland. Trauerzypresse, »Rimu«, »New Zealand Red Pine«. Liefert gelbbraunes bis rötliches Holz zu Haus- und Brückenbauten, zu Booten und Möbeln. Semler (12), Stone (6).

D. Franklinii Hook fil. »Huonfichte«. Tasmanien. Das harte, dichte, eine schöne Politur annehmende Holz wird als sehr dauerhaft gerühmt. Semler (12).

D. westlandicum T. Kirk. Neuseeland. »Silver Pine«, »Manao«. Das im Kern hellgelbbraune, sehr feinfaserige Holz, weit fester und zäher als das von *Pod. dacrydioides*, von unbegrenzter Dauer, liefert Marinepfähle und Eisenbahnschwellen. Stone (6).

Torreya nucifera S. et Z. Japan. »Fi«; »Kaya«. Holz gelblich weiß, hart, angenehm duftend, sehr dauerhaft, zu Bauzwecken gesucht. Nakamura (230). Abbildung des Holzes bei Mayr (2).

T. taxifolia Arn. Vereinigte Staaten von Nordamerika (Florida). »Savin«, »Fetid Yew«, »Eibenblätterige Torreye«, »Stinkzeder«. Außerordentlich dauerhaftes Holz mit breitem Splinte und gelb gefärbtem Kerne, von eigenartigem, an frische Rüben erinnerndem Geruche. Für Bauten und Kunsttischlerarbeiten.

Phyllocladus trichomanoides Don. Neuseeland. »Celery Pine«, »Tanekaha«. Liefert sehr zähes und dauerhaftes Bau- und Werkholz. Semler (12), Stone (6).

Taxus baccata L. Siehe Eibenholz.

T. brevifolia Nutt. Pazifische Eibe. Westl. Nordamerika. »Western Yew«. Liefert Werk- und Drechslerholz. Roth (68), Mayr (62), Stone (6).

T. cuspidata S. et Z. »Japanische Eibe«. Japan. »Ichii«, »Arargé«. Holz mit dunkelrotem Kern, wohlriechend, für Möbel gesucht, auch zu Bleistiftfassungen verwandt. Nakamura (230).

Cuninghamia sinensis R. Br. Südchina. In Japan und Europa kultiviert. »Sanshu«, »Orandamomi«, »Chinesische Cunninghamie oder Spießtanne«. Kernholz rötlich weiß bis schmutzig gelb, atlasglänzend. Sehr leichtes Holz, welches an zahlreichen Adventivknospen gut zu erkennen ist, die ihm punktiertes Aussehen verleihen. Holz dient zu Kisten, Inneneinrichtungen und Zündhölzern.

Agathis australis Salisb. Siehe Holz der Kaurifichte.

A. dammara Rich. Malaiische Inseln Philippinen. »Damaratanne«, »Adiangao«, »Titao«. Splintholz von hellbräunlicher Farbe, Kernholz hellbraun, weich und leicht. Nicht sehr dauerhaft. Wird nur vereinzelt auf Märkten angetroffen, da die Standorte dieser Holzart noch zu wenig erschlossen sind.

A. robusta F. Bailey. Queensland (Australien). »Dundatha Pine«, »Kauri«. Weiches, engfaseriges Holz von hellgelber Farbe, läßt sich leicht verarbeiten. Ist bei Tischler- und Zimmerleuten zum Hausbau beliebt.

Araucaria brasiliana Lamb. Brasilien. »Cury«, »Pinheiro«, »Pino«. Liefert gutes Nutzholz, namentlich zu inneren Bauzwecken, auch zu Möbeln. Peckolt (261).

Ar. imbricata Pav. »Chilitanne«, »Chilenische Araucarie«, »Monkey Puzzle«. Südliches Chile. Liefert Holz zu Bauten und Schiffsmasten. Semler (12), Engler (21).

Ar. Bidwillii Hook. Siehe Pinkosknollen.

Ar. excelsa R. Br. »Norfolktanne«. Norfolkinsel. Liefert Werkholz, besonders zum Schiffsbau. Engler (21).

Larix europaea DC. (*L. decidua* Mill.). Siehe Lärchenholz.

L. sibirica Ledeb. Rußland, Sibirien. »Sibirische Lärche«. Kern und Splint mit sehr gleichmäßigem Jahresringbau, Spätholzzone steinhart.

L. americana Mich. Ostamerikanische Lärche. Vereinigte Staaten. »American Larch«, »Tamarack«. Liefert vielseitig verwandtes Bau- und Werkholz. Stone (6).

L. occidentalis Nutt. Westamerikanische Lärche. Westl. Nordamerika. »Western Larch«, »Tamarack« usw. Liefert hartes, schweres dauerhaftes Holz zu Bauzwecken. Mayr (62), Semler (12). Roth (68).

L. leptolepis Gord. Japanische Lärche. Japan. »Hondolärche«, »Karamatsu«. Holz mit rotbraunem Kern, dauerhaft, vorwiegend zu unterirdischen Bauten gesucht. Nakamura (230).

Pseudolarix Kaempferi Gord. »Chinesische Goldlärche«. Nördl. u. östl. China. Das Holz gilt als sehr hart und dauerhaft. Engler-Pr. (21).

Cedrus libani Barrel. Siehe Zedernholz.

C. deodara (Roxb.) London. Himalaja-Zeder. Nordwestl. Himalaja, Afghanistan, Beludschistan. »Deodar«, »Diar«. Das hell gelblichbraune, duftende, mäßig harte, außerordentlich dauerhafte Holz dient vornehmlich zu allen Bauzwecken, aber auch zu Bahnschwellen und Möbeln. Watt (260), Engler-Pr. (21).

C. atlantica Man. Atlas. »Atlaszeder«, »Medad«. Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Pinus strobus L. Siehe Holz der Weymouthskiefer.

P. vigensis Desf. Europa. »Föhre«, »Tanne«, »Pin de Genève«, »the wood pine«, »Pino sylvestre«, »Sosna«, »Kiefer«, hat Astquirle, was im Brette deutlich erkennbar ist. Das Holz wird für Tischlerei, Holzpflaster, Kistenholz, Zündhölzer verwandt, auch gewinnt man Holzkohle, Holzwolle usw. daraus.

P. montana Miller. Erstreckt sich von Zentralspanien bis zum Balkangebirge, vom Thüringer Wald bis Dalmatien. »Bergkiefer«, «Legföhre», »Latsche«, »pin suffin«, »dwarf pine«. Kern von hellerer rötlichbrauner Farbe, besonders auf trockenem Standorte sehr harzreich, hart und elastisch. Eignet sich für Tischlerei, Spaltholz und Holzskulpturen.

P. pinea L. Mittelmeergebiet. »Pinie«, »Schirmföhre«, »Steinkiefer«, »pin parasol«, »pin doux«. Holz ist gelbrötlich mit hellerem Splint. Nutzholz für Bauten und Tischlerei sowie von mittlerer Brennkraft.

P. excelsa Wall. »Tränenkiefer«, »Pin pleureux«. Himalaja. Besitzt unter den Nadelhölzern des Himalaya neben *Cedrus deodara* das dauerhafteste Holz, das in ausgedehntem Maße bei Bauten und anderweitig verarbeitet wird, auch eine vortreffliche Kohle für Hochöfen liefert. Watt (260).

P. Lambertiana Dougl. Westl. Nordamerika. »Zuckerkiefer«, »Sugar Pine«, »Great Sugar«, »White Pine« der Pazifik-Küste. In seiner Heimat einer der wertvollsten Nutzholzbäume. Semler (12), Roth (68), Mayr (62), Stone (6).

P. palustris Mill. Siehe Holz der Parkettkiefer (»Pitchpine«).

P. taeda L. Weihrauchkiefer. Südl. Vereinigte Staaten. »Taedaföhre«, »Loblolly Pine«. Das Holz findet in steigendem Maße Verwendung zu Bauzwecken. Mohr (279), Roth (68), Mayr (62).

P. cubensis Griseb. Kubakiefer. Süden der Vereinigten Staaten. »Pitch Pine«, »Cuban Pine«. Holz dem der Gelbkiefer ähnlich und wie dieses genutzt. Roth (68), Mayr (62), Semler (12), Mohr (279).

P. pachyphylla Christ. Mitteleuropa. »Österreichische Schwarzkiefer«, »Schwarzföhre«, »Pin noir«, »Austrian Pine«. Findet Verwendung für Erd- und Wasserbauten, Schleusen, Brunnenröhren, Grubenholz, sowie zur Papierfabrikation.

P. halepensis Miller. Regionen des Mittelmeeres. »Aleppo«, »Seestrandkiefer«, »Pin blanc«, »Aleppo pine«. Holz von mittlerer Qualität, von hellgelber Farbe. Splint weiß. Wird verwandt für Telegraphenstangen, Grubenbauholz, Schiffsbau, sowie Kisten und Tonnen.

P. Blanksiana Lambd. Vereinigte Staaten. »Bankskiefer«, »Strauchkiefer«, »Jack Pine«, »Juniper«. Holz nicht fest, leicht, weich und spröde. Wird verarbeitet für Schwellen, Pfahlwerk, Kistenholz, Latten und Papierstoff.

P. contorta Dougl. var. *Murrayana* Engelm. Vereinigte Staaten. »Murrays Föhre«, »Lodgepole Pine«, »Tamarack Pine«. Das Holz findet Verwendung für Eisenbahnschwellen, Grubenholz, auch wertvoll für Papierfabrikation.

P. echinata Mill. Vereinigte Staaten. »Glatte Kiefer«, »Fichtenkiefer«, »Shortleafpine«, »Poor Pine«. Kernholz von mäßiger Dauer, Splint verfällt rasch. Findet hauptsächlich Verwendung für billige Fourniere, Schindeln, Hausbauten, Kistenbretter und Latten.

P. insularis Endl. Philippinen. »Philippinen-Kiefer«, »Bel-Bel«, »parna«. Splintholz gelblich weiß, Kernholz hellrötlich braun. Wird für Hausbauten, Grubenhölzer und Särge verwandt.

P. monticola Dougl. Vereinigte Staaten. »Kolumbische Strobe«, »Westamerikanische Weymouthskiefer«, »White Pine«, »Soft Pine«. Wird verarbeitet für Innenausbau und allgemeine Konstruktionsarbeiten.

P. cembra L. Mitteleuropa. »Europäische Zürbel«, »Arve«, »Sibirische Zeder«, »Pin cembro«, »Nouvé«. Diese aussterbende Kiefer besitzt gelblichen Splint, charakteristisches Holz infolge zahlreicher eingewachsener Äste. Wird zur Möbeltischlerei, Bildhauerei und zu Spielwaren verwandt.

P. ponderosa Dougl. Westliche Gelbkiefer. Westliches Nordamerika. »Bull Pine«, »Yellow Pine« usw. Liefert Brettware. Roth (68), Semler (12).

P. Jeffreyi Murr. Jeffreys Kiefer. Westliches Nordamerika. »Bull Pine« usw.,

»Black Pine«. Liefert gröbere Brettware. Mayr (62), Roth (68).

P. khasya Royle. Ostindien (Khasya, Burma, Assam). »Khasiaföhre«. Das harzreiche Holz dient in ausgedehntem Maße zu Bauzwecken. Watt (260).

P. longifolia Roxb. Himalaja, vom Indus bis Bhutan und Afghanistan. »Long-leaved Pine« der Engländer. »Three leaved Pine«, »Chil«, »Chir«. Das leicht zu bearbeitende, in gedeckten Räumen dauerhafte Holz dient beim Häuser- und Bootbau, auch zu Teekisten. Watt (260).

P. silvestris L. Siehe Holz der gemeinen Kiefer.

P. laricio Poir. (P. *nigra* Arnold). Siehe Holz der Schwarzkiefer.

P. mitis Mchx. (*P. echinata* Miller). Südl. Vereinigte Staaten. »Shortleaf Pine«, »Carolina Pine«. Das Holz soll vielseitig verwandt werden. Moor (263), Roth (68), Mayr (62).

P. resinosa Ait. Rotkiefer. Östl. Nordamerika. »Red Pine«, »Torrey Pine«, »Norway Pine«. Liefert nach Semler (12) sehr beliebtes Zimmer- und Tischlerholz. Vgl. auch Roth (68), Mayr (62).

P. Thunbergii Parl. China, Japan, dort wichtiger Forstbaum. »Japanische Schwarzkiefer«, »Kuromatsu«. Das sehr tragfähige Holz findet ausgedehnte Verwendung zu Haus- und Wasserbauten. Nakamura (230).

P. densiflora S. et Z. Japan. Wichtiger Forstbaum. »Japanische Rotkiefer«, »Akamatsu«. Holz schöner als das vorige, wie dieses verwandt. Nakamura (230).

P. parviflora S. et Z. Japan. »Mädchenkiefer«, »Himekomatsu«. Das sehr gleichmäßig gebaute Holz dient nach Kawai zu Schnitzwerk.

Picea excelsa Lk. Siehe Fichtenholz.

P. Alcockiana Carr. Japan. »Alcocks Fichte«, »Buntfichte«, »Ira momi«, »Esomatsu«. Holz zeigt weißen Splint und schwach rosenroten Kern, ist hart, leicht spaltbar, elastisch und glänzend. Eignet sich als Bauholz, besonders als Schnitzwaren geschätzt.

P. alba Link. Weißfichte. Nördl. Vereinigte Staaten, dort wichtigster Nutzholzbaum. »Nordamerikanische Weißfichte«, »Cat spruce«, »White spruce« usw Mayr (62), Roth (68).

P. nigra Link. Nordöstliche Vereinigte Staaten. »Schwarzfichte«, »Nordamerikanische Schwarzfichte«, »Spruce Pine«, »Black Spruce«. Wichtiger Nutzholzbaum, dessen Holz auch zur Papierfabrikation dient. Mayr (62), Roth (68), Semler (12).

P. Engelmanni Engelm. Westliches Nordamerika. »Engelmann-Fichte«, »White Spruce« usw. Wertvollster Nutzholzbaum im mittleren und südlichen Teil des Felsengebirges. Mayr (62), Roth (68).

P. sitkaënsis (Carr) H. Mayr. Sitka-Fichte. Westliches Nordamerika. »Western Spruce«, »Tideland Spruce«. Liefert größtenteils Brettware. Semler (12), Roth (68), Mayr (62), Stone (6).

P. rubra Lk. Vereinigte Staaten. »Nordamerikanische Rotfichte«, »Red Spruce«, »Yellow Spruce«. Hat leichtes, feinfaseriges, etwas rötlich gefärbtes Kernholz. Als Bauholz, sowie für Balken und Pfosten geeignet.

P. morinda Lk. Himalaja-Fichte. Nordwestliches Himalaja, Sikkim, Bhutan, Afghanistan. »Himalaja« oder »Indische Fichte«, »Achara«. Das Holz wird in ausgedehntem Maße zu Packkisten, einfachen Möbeln, auch zu Planken und Schindeln verarbeitet, liefert auch gute Kohle. Watt (260).

P. ajanensis Fisch. Nördliches Japan. »Schwarzfichte von Eso«, »Kuro-Esomatsu«. Liefert vielseitig verwandtes Nutzholz. Mayr (278).

P. Glehnii Masters. Nördliches Japan. »Glehns Fichte«, »Aka«, »Eso-matsu«. Mayr (2).

P. hondoënsis Mayr (*P. Alcockiana* Carr. p. p.). Mittleres Japan. »Hondo-Fichte«, »Tôhi«. Liefert Bau- und Nutzholz. Mayr (278).

P. bicolor Mayr (*P. Alcockiana* Carr. p. p.). Mittleres Japan. »Iramomi«. Mayr (278).

Pseudotsuga Douglasii Carr. Siehe Holz der Douglastanne.

Ps. macrocarpa Lemm. Südliches Kalifornien. »Großfrüchtige Douglastanne«, »Hemlock«. Kernholz dunkelbraunrot, Sommerholz mit zahlreichen Spiralfasern.

Ps. japonica Shirasawa. Japan. »Japanische Douglastanne«, »Togasawara«. Das leicht spaltbare Holz hat hellbraunen Kern und weißlichen Splint und wird in der

Tischlerei zu Möbeln und allgemeinen Bauzwecken verwandt.

Tsuga canadensis Carr. Schierlingstanne. Östliches Nordamerika. »Hemlock«, »Sapin du Canada« usw. Das Holz wird vornehmlich zu Bahnschwellen verarbeitet. Mayr (62), Roth (68).

T. Mertensiana Carr. (*T. heterophylla* Sarg.). Westliches Nordamerika. »Mertens« oder »Westamerikanische Hemlockstanne«. »Western Hemlock«. Liefert hellbraunes, vorerst nur in beschränktem Maße verwendetes Holz, das aber für manche Zwecke das nämliche leistet wie höher bezahltes Material. Stone (6).

T. Brunoniana Carr. Kumaon, Nepal, Sikkim. Liefert Holz zu Schindeln, Planken, einfachen Möbeln. Watt (260).

T. Sieboldii Carr. Nördliches Japan. »Japanische Hemlockstanne«, »Toga«, »Tsuga«. Holz rötlich weiß, sehr dauerhaft, zu Bauten gesucht. Nakamura (230).

T. diversifolia Mast. Japan. »Kometsuga.« Beschaffenheit und Verwendung des Holzes wie oben. Mayr (2, 278).

T. Pattoniana Engelm. Nördliches Britisch-Kolumbien. »Pattons Hemlocktanne«, »Weeping Spruce«. Hellbraunes oder rötliches leichtes, weiches Holz, von weißlicher Färbung. Wird unter Western Hemlock gehandelt, besitzt in Kanada geringe Handelsbedeutung.

Abies pectinata D. C. (*A. alba* Mill.). Siehe Tannenholz.

A. Nordmanniana Spach. Kaukasus, in Bayern (am Wendelstein) angebaut. »Nordmannstanne.« Dem Holze der *A. pectinata* analog, von etwas geringerer Qualität. Sehr geschätzt für Weihnachtsbäume.

A. cephalonica Lk. Griechenland. »Griechische Weißtanne«, »Kukunaria«. Hartes, dauerhaftes Holz, das an Härte dem Eichenholz gleichkommen soll.

A. pindrow Spach. Westlicher Himalaja bis Nepal. »Pindrow- oder Pindrautanne«. Zu Schindeln verwandt, die 3 bis 10 Jahre haltbar sein sollen, auch als Bauholz gebraucht.

A. concolor Lindl. et Gord. Vereinigte Staaten. »Kalifornische, gleichfarbige Tanne«, »White Fir«, »Balsamtree«, »Concolor Silver Fir«. Holz fast weiß, etwas hellbraun, geruchlos, wird infolgedessen für Butterfässer verwandt.

A. grandis Lindl. Westliches Nordamerika. »Große kalifornische Tanne«, »Western White Fir«, »Lowland Fir«. Liefert leichtes Holz zu Brettware. Mayr (62), Roth (68).

A. Webbiana Lindl. Himalaja, vom Indus bis Bhutan. »Webbstanne.« Liefert Holz zu Bauzwecken und Schindeln. Watt (260).

A. firma S. et Z. Mittleres Japan. »Japanische Weißtanne«, »Momi«. Wichtiger Forstbaum, der vielseitig verwandtes Bauholz und Brettware liefert. Nakamura (230).

A. Mariesii Mast. Nördliches Japan. »Anomori-Todomatsu.« Desgleichen. Kawai (1).

A. Veitchii (Lindl.) Carr. Japan. »Veitchs Tanne«, »Shirabe«. Liefert Holz zu Kisten und Schindeln. Nakamura (230).

A. nobilis Lindl. Vereinigte Staaten. »Edle oder Silbertanne«, »Red fir«, »Tuck Tuck«. Holz zählt zu den schwersten unter den Tannen, ist mäßig hart, fest, elastisch, für Inneneinrichtungen sehr geeignet.

A. subalpina Engelm. Vereinigte Staaten. »Westamerikanische Balsamtanne«, »Alpine Fir«, »Down cone Fir«. Weich und geringwertig, wird für gewöhnliche Bauzwecke und Grubenholz sowie Papierstoff verwandt.

Sciadopitys verticillata S. et Z. Japan. »Schirmtanne«, »Kôyamaki«, »Kin Sung«. Holz gelblich bis rötlichweiß, dient wegen großer Haltbarkeit in der Nässe vornehmlich zu Wasserbauten. Nakamura (230).

Cunninghamia sinensis R. Br. China; in Japan kaum einheimisch. »Spießtanne«, »Kôyosan«. Liefert äußerst leichtes, dauerhaftes Nutzholz. Beissner (276), Mayr (2).

Sequoia sempervirens Endl. Siehe »Redwood.«

S. washingtoniana (Winsl.) Sudworth. Zentralkalifornien. »Mammutbaum«, »Riesen-Sequoie«, »Bigtree«. Holz läßt sich leicht verarbeiten, ist gerade, fein, glattfaserig und von rotbrauner Farbe.

S. gigantea Ldl. et Gord. Kalifornien. »Mammutbaum«, »Big Tree«. Das in frischem Zustande kirschrote, sehr leichte,

sehr dauerhafte Kernholz dient bei Bauten, zu Schindeln, Bahnschwellen. Mayr (62), Sargent (122).

Cryptomeria japonica Don. China, Japan, wo wichtiger Forstbaum. »Japanische Kryptomerie«, »Sugi Mats«, »Sugi«. Holz im Kern schön bräunlichrot von vielseitigster Verwendung. Nakamura (230), Mayr (2).

Taxodium distichum Rich. Siehe Holz der Sumpfzypresse.

Callitris quadrivalvis Vent. (*Thuja articulata* Vahl.). Atlas, Nordafrika. Liefert Bau- und Möbelholz. Wessely (264), Rosenthal (265), Leunis-Frank (266). Soll auch die »Thujamaser« des Handels liefern.

C. arborea Schrad. Ostafrika und Südafrika. »Clanwilliam Cedar.« Das gelbe bis lichtbraune, weiche, angenehm duftende Holz scheint wenig benutzt zu werden. Stone (6).

C. Whytei (Rendle) Engler. Ostafrika. Liefert Nutzholz zu vielerlei Zwecken. Engler (50).

C. juniperoides Th. Dur. et Schz. Kapland. »Cederboom.« Liefert sehr geschätztes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Engler, O.-Afr. (50).

Fitzroya patagonica Hook. fil. Chile. Siehe Holz der Alerze.

Thujopsis dolobrata S. et Z. Japan. »Hiba-Lebensbaum«, »Hiba«, »Bakan Hak«. Holz gelblichweiß, zu Haus-, Erd- und Wasserbauten verwandt. Nakamura (230), Mayr (2).

Libocedrus decurrens Torr. Kalifornien und Oregon. »Flußzeder« oder »Heyderie«, »White Cedar«, »Incense Cedar« usw. Das nach Pfeffer schmeckende, im Kerne schmutzigbraune Holz dient zu Wasserleitungen, Schindeln, inneren Bauzwecken, Möbeln usw. Mayr (62), Sargent (122), Mayr (2).

L. Doniana Endl. Neuseeland und Tasmanien. »Neuseeland-Zeder«, »Kawaka«, »Paukatea«. Holz ist weich, dichtfaserig von rötlicher Farbe und wird für Planken und Sparren verwandt.

L. Bidwillii Hook. fil. Neuseeland. »New Zealand Cedar«, »Kawhaka«, »Paukatea«. Das rosenrote bis rötlichbraune weiche, äußerst feinfaserige Holz bearbeitet sich wie Kiefernholz, liefert Planken und Sparren, dient auch zu Schnitzwerk. Stone (6).

Thuja occidentalis L. Siehe Lebensbaumholz.

Thuja gigantea Nutt. Westliches Nordamerika. »Riesenlebensbaum«, »Red Cedar«, »Gigantic Cedar«, »Canoe Cedar«. Liefert wertvolles Bau- und Werkholz, sehr dauerhaft bei Verwendung im Boden. Mayr (62), Roth (68). Abbildung des Holzes bei Mayr (2).

Th. japonica Maxim. (*Th. Standishii* Carr.). Japan. »Japanischer Lebensbaum«, »Nezuco«, »Kurobe«. Liefert sehr geschätztes, eigenartig gefärbtes, sehr dauerhaftes Holz zu vielerlei Gebrauchszwecken. Beißner (267), Mayr (2).

Cupressus sempervirens L. Siehe Holz der gemeinen Zypresse.

C. torulosa Don. Nordwestlicher Himalaja. »Himalaja-Zypresse.« Das im Kerne lichtbraune, mäßig harte Holz dient zu Bauzwecken und in der Bildschnitzerei. Watt (260).

Chamaecyparis sphaeroidea Spach. (*Cham. thyoides* L.). Östliches Nordamerika. »White Cedar« usw. Liefert vielseitig verwandtes Werkholz. Semler (12), Roth (68), Mayr (2, 62).

Ch. formosensis Mats. Formosa. »Formosa-Zeder.« Es ist ein geradfaseriges, mildes Weichholz, das sich sehr gut für Resonanzbretter von Klavieren, Violinen und anderen Musikinstrumenten eignet.

Chamaecyparis Lawsoniana Parl. Siehe Holz der Oregon-Zeder (»Port Orford Cedar«).

Ch. nutkaënsis Spach. Westliches Nordamerika. »Nutka-Zypresse«, »Nootka Cypress«, »Yellow Cedar«. Liefert leichtes, angenehm duftendes, sehr dauerhaftes Nutzholz. Mayr (2, 62), Stone (6).

Ch. obtusa S. et Z. Japan. »Feuerzypresse«, »Hinoki«. Liefert unter allen Nadelbäumen Japans das schönste, durch gelblichweißen Splint und rosaroten Kern ausgezeichnetes Holz, das sehr geschätzt und vielseitigst verwandt wird. Nakamura (230), Mayr (2)..

Ch. pisifera S. et Z. Japan. »Erbsenfrüchtige oder Sawara-Lebensbaumzypresse«, »K'wahak«, »Sawara«. Das atlasglänzende Holz steht dem von *Cham. obtusa* an Güte nach, wird hauptsächlich

zu leichten Kutschen und Faßdauben verwandt. Nakamura (230), Mayr (2).

Jun. drupacea Labill. Kleinasien, Syrien. »Steinfrüchtiger oder pflaumenfrüchtiger Wacholder«, »Andys«. Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Jun. communis L. Siehe Wacholderholz.

Jun. virginiana L. Siehe Bleistiftholz.

Jun. monosperma Sarg. Vereinigte Staaten. »Einsamiger Sadebaum«, »One seed Juniper«, »Naked-seeded Juniper«. Das Holz ist hart und schwer, mit leicht zedernartigem Geruche. In ausgetrocknetem Zustande sehr dauerhaft, findet Verwendung für Zaunpfosten und Brennholz. Kernholz eignet sich zur Herstellung von Bleistiftsorten.

J. pachyphloea Torr. Vereinigte Staaten. »Geschecktrindiger Sadebaum«, »Alligator Juniper«, »Mountain Cedar«. Getrocknetes Kernholz ist dauerhaft, läßt sich leicht schneiden, wird für Brennholz, Zaunpfosten sowie zur Bleistiftfabrikation verwandt.

J. flaccida Schlechtendal. Mexiko. »Drooping juniper«, »Cedar« oder »Juniper«, »Cipreso«. Bei ziemlich dicken, fast weißen Splintholz liefert es in ausgedehnten Massen Grubenhölzer und Zaunpfosten.

J. Bermudiana L. Bermudainsel. »Florida-Zeder.« Das vielseitig verwandte Holz gleicht im Aussehen dem vorigen, ist aber härter und schwerer. Semler (12).

J. barbadensis L. Florida bis Texas. »Florida-, Haiti-, Bermudazeder.« Liefert das Zedernholz von Jamaika. Cooley, Crace E. (267).

J. sabinoides Sarg. (H. B. et K.) Nees. Texas, Mexiko. «Mountain Juniper», »Rock Cedar«. Liefert leichtes, hartes, im Boden sehr dauerhaftes Nutzholz. Sargent (122).

J. occidentalis Hook. Nordwestliches Amerika. »Westamerikanischer Sadebaum«, »Canadian Juniper«, »Western Red Cedar«, »Yellow Cedar«, »Pencil wood«. Das feinfaserige Holz mit rotem Kern und dem der *J. virginiana* ähnlichen Dufte, liefert sehr dauerhafte Zaunstecken und eignet sich zur Bleistiftfassung gleich dem des Virginischen Wacholders. Stone (6).

J. procera Hochst. Ostafrika. »Afrikanische Zeder« in Usambara, »Muangati«, Zeder des Schumewaldes. Liefert vortreffliches (angeblich auch zu Bleistiftfassungen verwendbares) Nutz- und Bauholz. Engler (50, 51), Gieseler (268).

J. macropoda Boiss. Himalaja. »Himalayan pencil Cedar.« Das schöne, im roten Kern oft purpurn getönte, angenehm duftende, weiche und zähe Holz dient zu Bauzwecken, sowie zur Herstellung von Milch- und Trinkgefäßen. Watt (260), Engler (50).

J. chinensis L. China, Japan. »Chinesischer Sadebaum«, »Byakushin«, »Ibuki«. Das angenehm duftende, im Kern rötlichviolette, mäßig harte, atlasglänzende Holz dient zur Herstellung von Möbeln und zu Bleistiftfassungen. Nakamura (230).

3. Pandanaceae.

Pandanus odoratissimus L. fil. Ostindien, Arabien. Liefert Holz zu Kunstarbeiten. Wiesner (23).

4. Gramineae.

Arundinaria spathiflora Ringall. Nordwestlicher Himalaja. Liefert Pfeifenröhren. Engler-Pr. (21).

Phyllostachys bambusoides S. et Z. Himalaja. Liefert das »Pfefferrohr« zu Spazierstöcken. Engler-Pr. (21).

Bambusa balcooa Roxb. Vorderindien. »Bhalkua«, »Wamma«, »Female Bamboo«. Liefert das dickste und festeste Rohr zu Bauten, Gerüsten usw. Watt (260), Engler-Pr. (21).

B. tulda Roxb. Vorderindien. »Common Bamboo of Bengal.« Liefert gleichfalls sehr geschätztes und vielseitigst verwandtes Rohr. Watt (260), Engler-Pr. (21).

B. arundinacea Retz (*B. spinosa* Roxb.). Ostindien. »Spiny Bamboo.« Desgleichen (l. c.) und ebenso noch andere Arten. Auch in Japan liefern Bambusaarten (»Madake«) Stangenholz zu Bauzwecken und Zäunen, sowie Material zu kleinen Möbeln, Laternen, Nägeln und Flechtwerk. Kawai (1).

Dendrocalamus strictus Nees. Ostindien. »Karail«, »Myinva«, »Male Bamboo«. Eines der nützlichsten Bambusgräser, das in seinen Stengeln und Stäm-

men Holzmaterial zu den verschiedensten Gebrauchszwecken, auch zu Bauten liefert. Watt (260), Engler (21).

D. giganteus Munro. Martaban, Indien. »Wabo.« Für Bauten und Wasserleitungen geeignet, spaltet nicht gut.

Melocanna bambusoides Trin. Ostindien, auch kultiviert. Liefert vielverwandtes Holzmaterial zum Hausbau, zu Flechtwerk und anderen Gebrauchszwecken. Watt (260).

5. Palmae.

Phoenix dactylifera L. Dattelpalme. Kanarische Inseln bis südwestliches Asien. In Vorderindien kultiviert. »Kliajur«, »Nakla«, »Aomer«, »Edible Date«. Das helle, innen weiche, aber sehr dauerhafte Stammholz dient verschiedensten Bau- und sonstigen Nutzzwecken. Watt (260).

Trachycarpus excelsus (Thunb.). Wendl. (*Chamaerops exc.*). China, Japan. »Shu Ro.« Liefert geschätztes Nutzholz, namentlich sehr dauerhafte Pfähle zu Wasserbauten. Exner (271), Kawai (1).

Licuala acutifida Mart. Malaiisches Gebiet. Liefert die als »Penang Lawyers« bekannten Spazierstöcke. Engler-Pr. (21).

Sabal palmetto Lodd. Florida. »Cabbage Palmetto«, »Cabbage tree«. Liefert in ihrem von der Bohrmuschel nicht angegriffenen Holze ein außerordentlich dauerhaftes, unübertreffliches Material für Wasserbauten. Mayr (62).

Copernica cerifera Mart. Brasilien. »Mexikanische Wachspalme«, »Carnauba- oder Caranday-Palme«. Liefert dort das geschätzteste Nutzholz für Brückenbauten. Endlich (269).

Borassus flabelliformis L. Senegambien, Ceylon, Indisches Festland, Sundainseln. »Ago«-, »Deleb«- oder »Palmyra«-Palme. Die Stämme liefern Bauholz, ihr harter äußerer Teil liefert Nutzholz zu den verschiedensten Zwecken, wird auch in Europa zu Schirmstöcken, Schmuckkästen usw. verarbeitet. Eines der härtesten und schwersten Palmenhölzer, in Togo das geschätzteste Baumaterial für Brücken. Watt (260), Semler (274).

Mauritia flexuosa L. fil.
M. vinifera Mart.
M. setigera Gris et Wendl.
Trinidad bis Minas Geraës. »Moriche.« Liefern Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Ancistrophyllum secundiflorum G. Mann. u. H. Wendl. Tropisches Afrika. Liefert als »Bushrope« in Europa importiertes, für gröberes Flechtwerk geeignetes Rohr. Gürke (26).

Calamus montanus T. And. Ostindien (Sikkim, Bhutan). Liefert das beste Rohr für Hängebrücken. Watt (260).

C. rotang L. Ostindien, Ceylon. »Rattan Cane.« Liefert Material zu Möbeln und Körben, auch zum Bau von Hängebrücken. Watt (260). Außer den genannten Arten liefern »Spanisches Rohr« auch noch andere »Rotan-Palmen«, so *C. rudentum* Lour., *C. Royleanus* Griffith, *C. Scipinum* Lour. u. a. Engler-Pr. (21).

Arenga saccharifera Labill. Hinterindien, malaiische Inseln, dort wie in Vorderindien allgemein angepflanzt. »Moluckische Zuckerpalme«, »Taungon«. Aus den Stämmen der abgestorbenen Bäume werden Wasserröhren und Gefäße hergestellt. Watt (260).

Caryota urens L. Indien, Bengalen, Malabar, Assam. »Brennpalme«, »anibony«, »mari«, »Hill-Palm« (Bombay), »Sago-Palm«. Der äußere Teil der Stämme liefert hartes, festes und dauerhaftes Nutzholz zu Ackergeräten und Wassergefäßen. Watt (260).

Areca catechu L. Sundainseln, Ostindien, Ostafrika, Südasien. »Betelnußpalme , »Kun«, »Puwak«, »popal«, »mpopo«. In feuchtheißen Tropenländern weithin kultiviert. Liefert Bauholz. Watt (260).

Cocos nucifera L. Tropische Küsten- und Inselgebiete der alten und neuen Welt, häufig kultiviert. »Kokospalme«, »narikera«, »Tenkai«, »Cocotero«. Der äußere, durch die dicht zusammengedrängten, dunkelpurpurn bis schwarz erscheinenden Fibrovasalbündel schön gezeichnete und harte Teil der Stämme liefert das vornehmlich zu Bauzwecken verwandte »Porkupine«-Holz, das in Europa nach Semler zu feineren Tischlerarbeiten benutzt wird. Watt (260), Semler (12).

Auch andere Palmen, so z. B. *Phoenix spinosa* Thonn. (Indien), *Ph. reclinata* Jacq. (tropisches Afrika), *Hyphaene coriacea* Gaertn. (Ost-Afrika), *Metroxylon elatum* Mart. (Celebes), *Euterpe oleracea*

Mart. (Brasilien, Guiana), *Attalea princeps* Mart. (Brasilien), *Cocos buttyracea* L. fil. (Westindien) werden als Nutzholz liefernd genannt. Wiesner (23), Warburg (273), Endlich (269).

6. Musaceae.

Ravenala madagascariensis Sonnerat (*Urania speciosa* Willd.). Westliches Madagaskar, Réunion. »Baum der Reisenden.« Die ansehnlichen Stämme geben Pfosten zum Hüttenbau. J. Grisard (272).

7. Casuarinaceae.

Casuarina equisetifolia L. Siehe Eisenholz.

C. Fraseriana Miq. West-Australien. »She Oak.« Härtegrad ähnlich der Buche. Das feinfaserige, schön gezeichnete Holz zeigt eine glänzende Grundfläche, wird daher sehr für Möbelholz geschätzt.

C. stricta Ait. (*C. quadrivalvis* Labill.). Außertropisches Ostaustralien — »She Oak«, »Beefwood« — Süd- und Ostindien. Liefert sehr hartes Nutzholz gleich anderen Arten der Gattung wie *C. Fraseriana* Miq. (West-Australien), *C. torulosa* Ait., »Forest Oak« (Queensland, Neu-Süd-Wales) usw. Engler-Pr. (21), Semler (12), Wiesner (23), Stone (6).

C. suberosa Otto et Dietr. Mittleres und östliches Australien. »Erect She Oak«, »Shingle Oak«. Das hübsche, rötlich gezeichnete Holz neigt beim Austrocknen sehr zum Reißen, wird für Handgriffe, für Instrumente, hölzerne Hämmer, Schindeln, sowie für Furniere verwandt.

C. torulosa Ait. Queensland, Neu-Süd-Wales, Australien. »Forest Oak«, »River Oak« und »Mountain Oak«. Sehr gesuchtes, hübsches Möbelholz. Auch als Möbelfurniere, Schindeln und Brennholz verwendbar.

8. Salicaceae.

Populus tremula L. Siehe Pappelholz.

P. tremuloides Mchx. Amerikanische Aspe. »Amerikanische Zitterpappel.« Nordamerika, auch in den südlichen und westlichen Vereinigten Staaten. »Aspen«, »Aspen Leaf«, »Poplar«. Das weiche, leichte weiße Holz liefert vortreffliches Material zu Packspänen und Papiermasse. Mayr (62).

P. grandidentata Mchx. Nordamerika. »Großzähnige Pappel«, »Poplar«, »Large Poplar«, »Grand tremble«. Das Holz dieser wie aller anderen nordamerikanischen Pappeln dient außer zu den vorstehend angeführten Gebrauchszwecken auch bei Bauten, sowie zur Herstellung von Zucker- und Mehlfässern, Schachteln und allerlei Holzwaren. Roth (68).

P. Sieboldii Miq. »Yamanarashi«. Das sehr helle glänzende Holz dient zur Herstellung von Schachteln, Zahnbürsten, Speisestäbchen, Zündhölzchen und Papiermasse. Exner (271), Kawai (1).

P. alba L.
P. nigra L. } Siehe Pappelholz.

P. euphratica Oliv. Nordafrika bis Sibirien und Himalaja. Das im Kerne rote, sehr zähe Holz wird in Indien auch beim Haus- und Bootbau benutzt. Watt (260).

P. monilifera Ait. Nordamerika. »Wollpappel«, »Cotton wood«. Liefert das meiste Pappelholz auf den amerikanischen Markt. Roth (68). Verwendung wie *P. grandidentata.*

P. Fremontii Wats. Kalifornien und Texas. »Kalifornische Pappel«, »Cotton wood«. Roth (68).

P. balsamifera L. Nördlicher Teil der Vereinigten Staaten. »Balsampappel«, »Balsam«, »Balm of Gilead«, »Poplar«, »Baumier«. Roth (68).

P. trichocarpa Torr. et Gray. Nordamerika (nördliches Felsengebirge und Pazifik-Region). »Haarfrüchtige Pappel«, »Black Cotton wood«. Roth (68).

P. canadensis Moench. Vereinigte Staaten. In Frankreich, Deutschland, Belgien und Argentinien angepflanzt. »Kanadische Pappel«, »Canadian poplar«, »Vermont Poplar«. Holz ist leichtspaltig, biegsam, sehr wenig fest. Findet Verwendung für Dielungen, Tischplatten, Schnitzwaren und Kistenholz. Besonders geeignet für Papierholz.

P. pyramidalis Rozier. (Eine Varietät von *P. nigra*). Ursprünglich Persien, von da über Italien nach Deutschland eingeführt. »Pyramidenpappel«, »Italienische Pappel«, »Spitzpappel«. Grobes, langfaseriges, glänzendes Holz, ist leicht und biegsam. Es wird daher von Tischlern nicht geschätzt, beim Hobeln reißen die Fasern lang und tief ein.

P. tremula Linn. Umfaßt nahezu ganz Europa. »Zitterpappel«, »Aspe«, »Espe«,

»quaking aspen«, »gattice«. Das gelblich weiße Holz ist leicht, weich, leicht spaltbar und elastisch. Findet Verwendung als Sparren, zu Packfässern, Zündhölzern und Schachtelspänen, Papiermasse, Holzwolle und Holzkohle.

Salix alba L. } Siehe »Weidenholz«.
S. fragilis L. }

S. amygdalina L. Europa. »Mandelweide.« Liefert als eine der besten Kulturweiden in ihren entrindeten Zweigen glänzend weiße »Ruten« von hohem und vielseitigem Gebrauchswert. Hempel u. Wilhelm (57).

S. purpurea L. Europa, Asien. »Purpurweide.« Liefert schlanke, sehr zähbiegsame Ruten zu feinem Flechtwerk. Hempel u. Wilhelm (57).

S. acutifolia Willd. Osteuropa, Sibirien. Liefert schlanke Ruten zu Faßreifen, Bandstöcken und gröberem Flechtwerk. Hempel u. Wilhelm (57).

S. viminalis L. Mitteleuropa, Asien. »Korbweide.« Die langen, starken Ruten liefern vortreffliches Material zu Bandstöcken und gröberem Flechtwerk.

S. caprea L. Europa, Asien. »Stahlweide«, »Palmweide«. Liefert meist nur Material zu Faschinen und grobem Flechtwerk. Hempel u. Wilhelm (57).

S. rubra Hudson (*S. purpurea viminalis*). »Bastardweide.« Liefert sehr gleichmäßige, schlanke, zäh-biegsame, zu jeder Flechtarbeit vorzüglich geeignete Ruten. Hempel u. Wilhelm (57).

9. Leitneriaceae.

Leitneria floridana Chapmann. Nordamerika. »Corkwood.« Liefert das Korkholz von Missouri, angeblich das leichteste aller bekannten Hölzer, mit einem spezifischen Gewicht des Stammholzes von nur 0,21. Trelease (270).

10. Juglandaceae.

Engelhardtia spicata Blume. Nordwestlicher Himalaja bis Birma und Java »Mova«, »Petsut«. Liefert rötlichgraues, mäßig hartes Holz zu Bauten und Teekisten. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Pterocarya caucasica C. A. May. Transkaukasische Länder, Japan (?). »Kaukasische Flügelnuß.« Diese Art liefert das sog. »Kaukasische Nußbaumholz«. Festes Holz von hübscher Textur. Wird für Möbel, Zündhölzer und Holzschuhe verwandt.

Pt. rhoifolia S. et Z. Japan und China. »Japanische Flügelnuß«, »Sawagurumi«. Das gelblich weiße Holz wird ausschließlich zu Sandalen verarbeitet.

Juglans regia L. Siehe Holz des Nußbaumes.

J. nigra L. Siehe Holz der Schwarznuß.

J. cinerea L. Nordamerika. »Graue Walnuß«, »Butternußbaum«, »Butternut«. Das Holz dient zu Vollendungsarbeiten bei Bauten, in der Kunsttischlerei und Böttcherei. Roth (68), Abbildung des Holzes bei Mayr (2).

J. Sieboldiana Maxim. Japan. »Siebolds Walnuß«, »Onigurumi«. Liefert ein wertvolles Nutzholz.

J. mandshurica Maxim. Japan und China. »Kurumi.« Das dem europäischen Nußholze ähnliche Holz dient zur inneren Ausschmückung der Wohnräume und zur Herstellung feiner Möbel. Exner (271).

Carya alba Nutt.
C. tomentosa Nutt.
C. amara Nutt.
C. porcina Nutt.
C. sulcata Nutt. } Siehe Hickory-Holz.

11. Betulaceae.

Betula verrucosa Ehrh. } Siehe
B. pubescens Ehrh. } Birkenholz.

B. papyrifera Marsh. Nordamerika. »Nachenbirke«, »Papierbirke«, »Canoebirch«, »Paper-birch«, »Silver-birch«. Das Holz dient zu Spulen, Schuhnägeln, zur Papierfabrikation. Mayr (62).

B. lenta L. Nordamerika. »Hainbirke«, »Zuckerbirke«, »Black Birch«, »Cherry Birch«. Das Holz ist in seiner Heimat eines der geschätztesten Möbelhölzer, gleicht, entsprechend gebeizt, dem Mahagoniholze (daher auch »Mountain Mahagony«), dient auch zum Schiffbau. Semler (12), Roth (68), Stone (6).

B. lutea Mich. Nordamerika. »Gelbbirke«, »Yellow Birch«, »Swamp Birch«. Das Holz dient als Bau- und Möbelholz, auch in der Drechslerei, Schnitzerei, Kistenfabrikation. Mayr (62), Semler (12).

B. Bhojpattra Wall. Zentral- und Ostasien. »Indian birch tree«, »Indian paper

birch«; in Japan »Onoore«. Liefert gelblich- bis rötlichweißes, hartes, zähes Nutzholz zu Bauten, Möbeln, Schachteln usw. Watt (260), Exner (271), Kawai (1).

Alnus glutinosa Gaertn. Schwarzerle. Siehe Erlenholz.

A. incana Willd. Weißerle. Siehe Erlenholz.

A. nitida Endl. Himalaja, tropische Vorderindien. Das rötliche Holz wird zu Bettstellen und bei Seilbrücken verwandt. Watt (260).

A. nepalensis Don. »Piak«, »Uts«. Verbreitung der vorigen. Das etwas dichtere Holz wird zu Teekisten verarbeitet. Watt (260).

A. ferruginea Kth. var. *Aliso* Gr. Argentinien. »Aliso.« Splint und Kern von weißgelblicher Färbung, eignet sich für Bauholz, Kunsttischlerei und Zimmerhandwerk.

Corylus avellana L. Siehe Holz der gemeinen Hasel.

C. colurna L. Siehe Holz der Baumhasel.

Carpinus betulus L. Siehe Holz der Weißbuche.

C. americana Michx. Nordamerika. »Amerikanische Weißbuche«, »Blue Beech«. Das Holz dient denselben Zwecken wie das der europäischen Art. Mayr (62), Roth (68).

C. laxiflora Bl. Japan. »Lockenblumiger Hornbaum«, »Akashide«. Liefert hartes Wagner- und Möbelholz. Kawai (1).

C. caroliniana Walter. Vereinigte Staaten. »Amerikanische Hainbuche«, »Blue Beech«, »Hornbeam«. Geeignet für Handgriffe, hölzerne Hämmer, Hebebäume und Faßreifen.

Ostrya vulgaris Willd. Siehe Holz der Hopfenbuche.

O. virginica Willd. Virginische Hopfenbuche. Östliches Nordamerika. »Hop Hornbeam«, »Stone wood«, »Iron wood«. Das rötlichweiße bis bräunliche, harte, dichte und zähe Holz, schwerspaltig und fest, dient zur Herstellung von Kegeln, Hämmern, Radzähnen, Schrauben usw., ist unentbehrlich in der Drechslerei. Stone (6).

O. carpinifolia Scopoli. Pyrenäen bis Kleinasien, nordwärts bis zur südlichen Schweiz; in Mitteldeutschland als Zierbaum. »Hopfenbuche«, »Schwarzbuche«, »Hop Hornbeam« der Engländer. In den technischen Eigenschaften dem Holz der Weißbuche ähnlich und gleich diesem verwandt.

12. Fagaceae.

Nothofagus betuloides (Mirb.) Oerst. Feuerland. »Roble.« Liefert ein sehr feinfaseriges, dem amerikanischen Eichenholze ähnliches Holz, läßt sich leicht verarbeiten und wird zu Vertäfelungen in Eisenbahnwaggons verwandt.

N. Cunninghamii Oerst. Tasmanien und Viktoria. »Evergreen Beech«, »Negrohead Beech«. Rötlichbraunes Holz mit seidenartigem Glanze, wird für Kämme, als Möbelholz bei der Tischlerei, Klavierkästen usw. verarbeitet.

Castanopsis rufescens Hook f. Himalaja. Liefert Bau- und Werkholz. Watt (260).

C. chrysophylla A. D. C. Vereinigte Staaten. »Goldblätterige Scheinkastanie«, »Goldenleaf Chinquapin«, »Golden Chestnut«. Holz ist nicht fest, etwas spröde, dunkel rötlichbraun und liefert ausgezeichnetes Sägeholz.

Castanea vulgaris Lam. Siehe Holz der Edelkastanie.

C. vulgaris Lam. var. *japonica*. Japan. »Kuri«. Liefert vielseitig verwandtes Nutzholz, auch zu Eisenbahnschwellen. Kawai (1).

C. americana Rafin. Nordamerika: »Amerikanische Edelkastanie«, »Chestnut«. Das leicht spaltbare Holz ist in der Tischlerei sehr begehrt, liefert auch dauerhafte Eisenbahnschwellen, Dachschindeln, Faßdauben. Semler (12), Mayr (62), Roth (68).

C. crenata Sieb. et Zucc. China, Japan. »Japanische Kastanie«, »Kuri«. Wird für Eisenbahnschwellen verwandt.

C. dentata Borkh. Vereinigte Staaten. »Amerikanische hohe Kastanie«, »Chestnut«, »Prickly Burr«. Das Holz ist leicht, grobfaserig, sehr fest und elastisch bei jungen Bäumen, aber schwach bei alten. Kernholz hellrötlich-braun mit hellfarbigem Splinte. Eignet sich für Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Innenausbau usw.

C. vesca Gaertn. Europa. »Edelkastanie«. »Chataignier« der Franzosen. »Chest-

nut« der Engländer. Als gutes Bau- und Werkholz vielseitig bekannt.

Fagus silvatica L. Siehe Holz der Rotbuche.

F. Sieboldi Endl. Japan. »Buna«. »San mo-kio«. Liefert Möbelholz. Kawai (1).

F. americana Sweet. (*ferruginea* Ait.). Im östlichen Nordamerika weit verbreitet. »Amerikanische Buche«, »Beech«, »Ridge Beech«, »White Beech«. Das Holz dient in ausgedehntem Maße als Werkholz, beim Waggonbau, auch zu Drechslerwaren und Schnitzwerk. Roth (68), Semler (12), Stone (6).

F. fusca Hook. f. Neuseeland. »Red Birch«, »Tawhai raunui«, »Tooth leaved beech«. Liefert mäßig hartes, doch sehr festes, zähes, im Kerne braunes, leichter als das von *F. silvatica* zu bearbeitendes vielseitig verwendbares Werk- und Konstruktionsholz von bemerkenswerter Dauerhaftigkeit. Stone (6).

F. Solandri Hook. f. Neuseeland. »New Zealand Beech«, »Tawhai rauriki«, »Black Birch«. Im Süden Neuseelands die häufigste Holzart, leicht spaltbares, verschiedenen Zwecken dienendes Werkholz und auch Brennholz liefernd. Stone (6).

Pasania cuspidata Oerst. Südliches Japan. »Shii.« Liefert bräunlichgelbes, mäßig hartes Holz zu Möbeln. Kawai (1).

P. densiflora Oerst. Vereinigte Staaten. »Tanbark-oak«, »Peach Oak«, »Live oak«. Kernholz von hellbrauner Farbe, zuweilen etwas rot getönt. Man verwendet es für Dielen, Böttcherei, Wagen und Waggonbau.

Quercus pedunculata Ehrh. Stieleiche.
Q. sessiliflora Salitb. Traubeneiche.
Q. pubescens Willd. (*Q. lanuginosa* Lam.). Weichhaarige Eiche.
Q. hungarica Hub. (*Q. conferta* Kit.). Ungarische Eiche.
Q. cerris L. Zerreiche.
Q. ilex L. Steineiche (immergrün).
Q. coccifera L. Kermeseiche. Südeuropa (immergrün).
Q. super L. Korkeiche. Südeuropa (immergrün).

Siehe Eichenholz.

Q. lusitanica Lam. Südeuropa, Orient. Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Q. ithaburensis Dor. Wiesner (23).

Q. look Kotschy. Syrien. Wiesner (23).

Q. macrocarpa Michaux. Vereinigte Staaten westlich des Mississippi. »Großfrüchtige Eiche«, »Bur oak«, »Scrub oak«. Kernholz dunkel, tiefbraun, Splint schmal und viel heller in Färbung. Hartes, sehr festes und zähes Holz. Findet Verwendung zu Möbeln und Inneneinrichtungen und wird wie das der Weißeiche verwandt. Gilt als sehr dauerhaft im Boden. Mayr (62), Semler (12).

Q. Mühlenbergii Engelm. Vereinigte Staaten. »Gelbe Kastanieneiche«, »Chinquapin«, »Yellow oak«, »Rock oak«. Kernholz hellbraun oder leicht rötlich, Splintholz schmal und heller gefärbt. Findet Verwendung für Eisenbahnschwellen, Böttcherei und Möbeltischlerei. Das Holz wirft sich stark beim Austrocknen.

Q. alba L. 1. Weißeiche. Nordamerika. »White oak«, »Stave oak« usw. Das sehr zähe und elastische Holz dient als Bau- und Werkholz, auch zu Faßdauben. Semler (12), Mayr (62). Abbildung des Holzes bei Mayr (2).

Q. bicolor Willd. Sumpf-Weißeiche. Nordamerika, namentlich im Seengebiet. »Swamp white oak.« Das Holz wird gleich dem der Weißeiche verwandt. Mayr (62).

Q. Garryana Dougl. Garrys-Eiche. Westliches Nordamerika. »Western White oak.« Das Holz gilt als der beste Ersatz des östlichen Weißeichenholzes. Mayr (62), Stone (6).

Q. lobota Née. Kalifornische Weißeiche. Westliches Nordamerika. »White oak« usw. Das Holz gleicht dem der östlichen Weißeichen. Mayr (62).

Q. lyrata Walt. Leiereiche. Südliche Vereinigte Staaten. »Over-cup oak.« Das Holz gleicht dem der Weißeiche. Mayr (62).

Q. Michauxii Nutt. Korbeiche. Nordamerika, besonders im Mississippigebiet. »Basket oak«, »cow oak«. Das Holz wird in ausgedehntem Maße bei Bauten verwandt, sowie zu Ackergeräten und Fässern verarbeitet und gilt wegen seiner Leichtspaltigkeit als unübertrefflich zur Herstellung von Körben. Semler (12), Mayr (62).

Q. obtusiloba Mchx. Nordamerika, namentlich Arkansas und Texas. »Hart-

landeiche«, »Eiseneiche«, »Post oak«, »Iron oak«. Das Holz ist stark begehrt für Bauzwecke, Bahnschwellen, Faßdauben. Semler (12).

Q. prinus L. Nordamerika, vornehmlich in den südlichen Alleghanies. »Gerbereiche«, »Chestnut oak«, »Yellow oak«, »Mountain oak«. Liefert wertvolles, noch nicht hinlänglich gewürdigtes Schwellenholz. Mayr (62).

Q. rubra L. Roteiche. Einer der verbreitetsten Waldbäume des östlichen Nordamerika und Hauptvertreter der »Schwarzeichen« (black oder red oaks). »Red oak.« Das Holz gilt als minderwertig, ist aber zur Herstellung von Faßdauben beliebt, dient auch zu Furnieren. Mayr (62, 2).

Q. cerris, L. Südeuropa. »Zerreiche«, »Österreichische, Türkische, Adriatische Eiche«, »Chênechevelu«, »Chêne Lombard«. Holz im Alter rötlichbraun, mit rostgelbem Splint, es neigt zu Rissen und ist wegen seines geringen Kernholzes als Bauholz weniger geeignet, soll aber unter Wasser erbaut besser sein.

Q. imbricaria Michx. Vereinigte Staaten. »Schindeleiche«, »Shingle oak«, »Water oak«. Kernholz hellbraun, leicht rotgetönt, das Holz ist schwer und ziemlich zäh. Wird wie allgemein verwandt.

Q. coccinea Wang. Nordamerika. »Scarlet oak«, »Red oder black oak«, »Chêne écarlate«. Holz ist schwer und zähe und wird für Böttcherei, Stuhlfabrikation und Innenausbau verwandt.

Q. palustris Du Roi. Vereinigte Staaten. »Sumpf-Scharlacheiche«, »Nadeleiche«, »Spießeiche«, »Pin oak«, »Water oak«. Kernholz dunkelbraun mit rotem Ton, Splintholz etwas heller. Ast- und rißfreies Material dient für Inneneinrichtungen und Möbelfabrikation.

Q. texana Buckl. Vereinigte Staaten. »Südliche Roteiche«, »Texan oak«, »Red oak«. Kernholz ist rötlichbraun. Splintholz hellgelb getont. Wird für Konstruktionszwecke und Möbeltischlerei verwandt.

Q. phellos L. Nordamerika, von New York bis Texas. »Weideneiche«, »Peach oak«, »Willow oak«. Liefert hartes, festes, sehr elastisches Werkholz. Trimble (282).

Q. velutina Lam. Vereinigte Staaten. »Färbereiche«, »Yellow oak«, »Tanbark oak«. Holz ist mäßig hart, schwer, sehr fest, aber nicht dauerhaft im Boden, es findet für nahezu alle Zwecke Verwendung.

Q. chrysolepsis Liebm. Vereinigte Staaten. »Großfrüchtige Lebenseiche«, »Goldschuppige Eiche«, »Live oak«, »Iron oak«. Kernholz hellbraun oder zuweilen rot betont. Das sehr dicke Splintholz ist dunkler gefärbt. Das schwere Holz wird beim Waggonbau und für landwirtschaftliche Geräte verwandt.

Q. virens Ait. Lebenseiche (immergrün). Nordamerika, von Florida durch Virginien bis Texas. »Live oak.« Liefert von allen nordamerikanischen Eichen das schwerste Holz, das früher auch zum Schiffbau diente, jetzt hauptsächlich in der Wagnerei und zu landwirtschaftlichen Maschinen Verwendung findet. Semler (12).

Q. oblongifolia Torr. (immergrün). Westliches Nordamerika bis Arizona und Mexiko. »Blue oak«, »Spanish oak«. Das harte, sehr dichte Holz dient in der Drechslerei und zur Herstellung von (nach England ausgeführten) Weberschiffchen. Stone (6).

Q. dilatata Lindl. (immergrün). Nordwestliches Himalaja, Afghanistan. »Barungi«, »Moru«, »Green oak of the Himalaja«. Liefert Bau- und Werkholz. Watt (260).

Q. ilex L. Mittelmeerländer, Orient. »Europäische Lebenseiche«, »Steineiche«, »Stecheiche«. Sehr schweres, festes, elastisches Holz, eignet sich für Möbeltischlerei, Brenn- und Kohleholz.

Q. fenestrata Roxb. (immergrün). Östliches Himalaja. Das im Kerne rote, sehr harte Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Q. glauca Thunb. (immergrün). Himalaja, von Kaschmir bis Bhutan und Japan. »Green oak.« Das bräunlichgraue, sehr harte und zähe Holz dient beim Haus- und Brückenbau. Watt (260).

Q. Griffithii Hook. f. u. Thoms. Östlicher Himalaja, Sikkim, Bhutan. »Thitcha«, »Metlein«. Das braune, sehr harte Holz wird als Bau- und Werkholz benutzt. Watt (260).

Q. incana Roxb. (immergrün). Himalaja, vom Indus bis Nepal. »Weiße indische Lebenseiche«, »Grey oak«, »Rhin«. Lie-

fert rötlichbraunes, sehr hartes Bau- und Werkholz. Watt (260).

Q. lamellosa Smith (immergrün). Östlicher Himalaja, von Nepal bis Bhutan. »Shal si«, »Buk«. Das graubraune Holz mit Silberglanz auf der Spiegelfläche dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Q. castaneifolia C. A. Mey. Kleinasien bis Nordpersien. »Kastanienblätterige Eiche«, »Afârez«. Kernholz rotbraun, Splint breit und weiß. Das harte dichtfaserige Holz dient zur Tischlerei und zu Brennholz.

Q. lanceaefolia Roxb. (immergrün). Nördliches Vorderindien. »Patle Katus.« Liefert Bauholz. Watt (260).

Q. pachyphylla Kurz. (immergrün). Sikkim, Manipur. »Sungre Katur.« Das unter Wasser wenig dauerhafte Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Q. semecarpifolia Smith. Himalaja, von Afghanistan bis Bhutan. »Brown oak of the Himalaja.« Liefert Bau- und Werkholz von beschränkter Verwendung, auch vortreffliche Kohle. Watt (260).

Q. serrata Thunbg. Himalaja, China, Japan. »Gesägtblätterige Eiche«, »Japanische Eiche«, »Kunugi«. Das braune, sehr harte Holz, dem von *Q. Griffithii* sehr ähnlich, dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Q. spicata Smith. (immergrün). Himalaja, Malakka, Sundainseln. Das rötliche, sehr harte und dauerhafte Holz dient in Indien zu Bauzwecken. Watt (260).

Q. acuta Thunbg. (immergrün). Südliches Japan. »Spitzblätterige Eiche«, »Rote Lebenseiche«, »Akagashi«. Das im Kern dunkelrotbraune, sehr harte und schwere, schwerspaltige Holz wird namentlich in der Wagnerei verwandt. Kawai (1).

Q. silva Bl. (immergrün). Südliches Japan. »Ischii-gashi.« Das dem vorigen ähnelnde, aber leicht spaltbare Holz wird ausschließlich zu Rudern verarbeitet. Kawai (1).

Q. vibrayeana Fr. et Sav. (immergrün). Südliches Japan. »Shira-gasi.« Das grauweiße Holz, etwas weicher als das der beiden vorigen Arten, leichtspaltig, wird beim Schiffbau, in der Wagnerei und zu Werkzeugstielen benutzt. Exner (271), Kawai (1).

Q. myrsinaefolia Bl. (immergrün). Südliches Japan. »Urajiro-gashi.« Das dem vorigen sehr ähnliche Holz wird wie jenes verwandt. Kawai (1).

Q. grosseserata Bl. Nördliches Japan. »Mizunara«, »O-nara«. Liefert geschätztes Bau- und Möbelholz. Kawai (1).

13. Ulmaceae.

Ulmus Hookeriana Planch. Himalaja. Das hellrote, harte feste Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

U. alata Michx. Vereinigte Staaten. »Wing Elm«, »Wahoo«, »Water Elm«. Das Holz wird für landwirtschaftliche Geräte, Kisten, Körbe und Möbel, sowie Faßreifen verwandt.

U. campestris L. } Siehe Ulmenholz.
U. montana With. }

U. fulva Mich. Östliches Nordamerika. »Rotulme«, »Fuchsbaum«, »Slippery Elm«, »Red Elm«. Das Holz dient zu Eisenbahn- und Türschwellen, zu Radnaben usw. Mayr (62).

U. effusa Willd. Siehe Ulmenholz.

U. americana L. Nordamerika. »Weißulme«, »Amerikanische Ulme«, »White Elm«, »Orme maigre«. Das Holz wird vielseitig benutzt, so beim Wagen- und Schiffbau, zu landwirtschaftlichen Geräten, in der Böttcherei; dient seines schönen Fladers wegen auch zu Furnieren. Elliot (246), Roth (68).

U. racemosa Thomas. Östliches Nordamerika. »Felsenulme«, »Traubenulme«, »Corc Elm«, »Rock Elm«. Das Holz, nach Semler (12) wertvoller als das der vorstehenden Art, wird auch vielseitiger genutzt, gilt als unübertrefflich für Radnaben.

Zelkova keaki Sieb. (Z. *acuminata* Planch.). Japan. »Keyaki.« Liefert eines der wichtigsten Nutzhölzer Japans. Exner (271), Kawai (1), Mayr (2).

Z. *crenata* Spach. Kaukasus. »Kaukasische Zelkowa.« Hellfarbiger, breiter Splint. Kern rötlich. Gut politurfähiges, elastisches, sehr hartes Holz, eignet sich für Möbeltischlerei und als Ersatzholz für Esche und Ulme.

Z. *formosana* Honda. Formosa. »Taiwan Keaki.« Sehr wertvolles Nutzholz.

Celtis australis L. Siehe Holz des Zürgelbaumes.

C. ilicifolia Engl. Ostafrika. Liefert geschätztes Werkholz. Engler (50).

C. Kraussiana Bernh. Tropisches und Ostafrika. »Afrikanisches Stinkholz«, »Camdeboo Stink-wood«, »Umvanuri«. Das mäßig harte, zähe Holz mit gelblich bis grünlichgrauem Kern und wenig hellerem Splint, im trockenen Zustand geruchlos, liefert Planken, Pfähle, Joche, Beilgriffe, Tischbeine, auch Eisenbahnschwellen und Böttcherware, ist nicht leicht zu bearbeiten. Stone (6).

C. reticulata Torr. Dient auf Java und den benachbarten Inseln zu Räucherzwecken. Boorsma (284).

C. aculeata Sw. Tropisches Amerika. »Gaos de Gallo« und »Joa minda« der Brasilianer. Das sehr zähe und dauerhafte Holz dient zu Stöcken, Peitschenstielen u. dgl. Th. Peckolt (261).

C. glycycarpa Mart. Brasilien (Minas und Rio de Janeiro). »Graos grandes de gallo.« Das feste zähe Holz ist zur Herstellung von Werkzeugen und beim Wagenbau geschätzt, die Zweige liefern Peitschenstiele, Spazierstöcke u. dgl. Th. Peckolt (261).

C. brasiliensis (Gard.) Planch. Brasilien (Rio de Janeiro). »Corindiba«, »Corindiuba«. Das weiße, sehr biegsame Holz dient hauptsächlich zu Faßreifen, liefert auch Kohle zur Sprengpulverbereitung. Th. Peckolt (261).

14. Moraceae.

Morus alba L. Siehe Holz des Maulbeerbaums.

M. rubra L. Nordamerika. »Roter Maulbeerbaum«, »Maurier sauvage«, »Red Mulberry«. Das dunkelbraune Kernholz wird in der Böttcherei, auch beim Schiffbau, sowie zu landwirtschaftlichen Geräten verarbeitet. Roth (68).

M. serrata Roxb. Nordwestlicher Himalaja. »Karun«, »Krun«, »Chimu«. Liefert Holz zu Werkzeugen, Kunsttischlerarbeiten und Schnitzereien. Watt (260).

M. indica L. Himalaja, Hinterindien, China, Japan. »Indischer Maulbeerbaum«, »Sian tut«. Das Holz, dem von *M. alba* sehr ähnlich, wird zu Rudern, Möbeln und Teekisten verwandt. Watt (260).

Trophis racemosa (L.) Urb. Portoriko (nordwestlicher Teil). »Ramon«, »Ramonillo«. Liefert im geschützten Zustande dauerhaftes Nutzholz.

Maclura aurantiaca Nutt. Nordamerika (Arkansas und Texas). »Orangefarbiger Osagedorn«, »Hedge-plant«, »Osage Orange«. Das sehr harte und dauerhafte Holz dient zu Pfosten, Bahnschwellen, zur Straßenpflasterung, ist auch von Drechslern und Bildschnitzern gesucht. Semler (12), Roth (68).

M. brasiliensis Endl. Östliches Brasilien. Das Holz dient zum Färben. Th. Peckolt (286).

Chlorophora tinctoria (L.) Gaud. (*Maclura tinctoria* D. Don.). Siehe Gelbholz.

Chl. var. xanthoxylon (*Maclura xanthoxylon* Endl.). Brasilien. »Espinheiro branco«, »Amoreira de espinho«. Das Holz ist dunkler als das von *Chl. tinctoria*, daher »pala narango«, »bois d'orange«, erzielt im Handel höhere Preise als jenes. Th. Peckolt (286).

Chl. var. affinis (*Maclura affinis* Miq.) Brasilien. »Tatagiba«, »Paò amarello«. Das Holz wird zu Bauzwecken verwandt, dient auch zum Färben. Peckolt (286).

Chl. regia A. Cheval. Gabun, Süd-Nigerien. »Mandje«, »Abang«. Splint gelblich weiß. Das dichte feste Holz wird für Bauzwecke, Türen und Möbel verwandt.

Chl. excelsa (Welw.) Benth. et Hook. f. Siehe Holz des Odum-Baumes.

Chl. tenuifolia Endl. S. Thomé und Principe. »Amoreira« der Portugiesen. Liefert eines der besten Nutzhölzer S. Thomés zu Booten und Tischlerwerkzeug. Warburg (52).

Cardiogyne africana Bureau. Ostküste von Afrika. »Mkuru«, »Pambuku«. Das rote, sehr schwere Kernholz ist zum Gelbfärben verwendbar. Engler-Pr. (21, 51).

Sloetia sideroxylon Teijsman und Binnendyk. Sundainseln, Sumatra bis Singapore. »Tampinnis«, »Tampenis«. Splint gelblich, Kernholz dunkelbraun. hart, dauerhaft und harzig. Dient für Maschinenbauzwecke.

Sorocea ilicifolia Miq. Brasilien. »Soroco.« Das Holz dient zu Mulden, Wannen u. dgl. Th. Peckolt (286).

Soaresia nitida Fr. Allem. Brasilien. »Oiti«, »Oiti-cica«. Das dichte, harte, hell-

rötliche, weißlich gestrichelte, wenig politurfähige Holz dient zu Möbeln. Th. Peckolt (286).

Sahagunia strepitans Liebm. Engl. Brasilien (Rio de Janeiro). »Bainha de espado.« Das leichte, weiße Holz dient zur Herstellung verschiedener Gerätschaften. Th. Peckolt (286), Engler-Pr. (21).

Artocarpus integrifolia L. Ostindien, in allen Tropenländern kultiviert. »Jack tree«, »Jack-fruit tree« der Engländer, »Kos« (Ceylon), »Nangka« (Malakka), »Nongko« (Java), »Jaqueira« (Brasilien). Das gelbliche oder gelblichbraune, stark nachdunkelnde, dichte, mäßig harte, eine schöne Politur annehmende Holz dient in ausgedehntem Maße als Werkholz zur Herstellung von Möbeln, in der Kunsttischlerei und Drechslerei, wird auch ausgeführt. Watt (260), Peckolt (286), Stone (6), Mell (513).

A. communis Forst. Indomalaiisches Gebiet. »Unechter Brotfruchtbaum«, »Arboldelpan«, »Antipolo«. Splintholz hellcremefarbig. Kernholz glänzend gelb. Das Holz wird zu Fußböden, Dielen, beim Schiffsbau, sowie zu Möbeln verwandt.

A. cumingiana Trécul. Philippinen. »Anubing«, »nerek«, »ubien«. Das geradfaserige, mäßig harte, sehr dauerhafte Holz wird zum Hausbau, Pfosten, sowie Boots- und Schiffsbau verwandt.

A. lanceaefolia Roxb. Federated Malay States. »Keledang.« Kernholz hart und schwer, gelb, in dunkel übergehend. Beliebtes Holz für chinesische Koffer, auch zu Bauzwecken verwandt.

A. incisa L. f. Sundainseln. »Brotfruchtbaum.« In allen Tropenländern kultiviert. Liefert gutes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

A. hirsuta Lamk. Ostindien (westliche Ghâts). »Jungle Jack«, »Anjili«, »Hebhalasu«. Das gelblichbraune, harte, dauerhafte Holz wird zum Haus- und Schiffbau, zur Herstellung von Möbeln und anderweitig verwandt. Watt (260). Außer den erwähnten liefern auch noch andere ostindische Artocarpusarten Nutzholz zum Bootsbau und zu Möbeln. Siehe Watt (260).

Castilloa elastica Cerv. Mexiko, Nordstaaten Südamerikas. »Castilloa-Kautschukbaum«, »Arbor de Ulle«. Schlechtes Holz, selten verwandt.

Helicostylis Poeppigiana Tréc. Brasilien (Bahia und Amazonas). Das sehr zähe und feste Holz, von rötlicher Färbung mit hieroglyphenähnlichen dunkleren Zeichnungen ist zu Luxusmöbeln sehr gesucht. (»Peau de letras.«) Th. Peckolt (286).

Antiaris africana Reg. (Scott Elliot) Engler. Westafrika. »Ako«, »Mutié«. Holz dem des Odumbaumes ähnlich. Volkens (54).

Brosimum Aubletii Poepp. et Endl. *(Piratinera guianensis* Aubl.). Siehe Letternholz.

B. discolor Schott. Brasilien. »Barrueh«, »Oiti-mirim-ayra«. Der Stamm liefert sehr gesuchte Spazierstöcke, Peitschenstiele u. dgl. Th. Peckolt (286).

Ficus religiosa L. Himalaja, Bengalen, Zentralindien. »Peepul tree«, »Pipal«, »Borbur«. In ganz Indien und auf Ceylon angepflanzt. Das grauweiße, mäßig harte Holz wird zu Packkisten verarbeitet. Watt (260).

F. nervosa Heyne. Ceylon, Indien. »Icha«, »Nyaung peinne«. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

F. callosa Willd. Tropisches Asien. »Niretimara«, »Koli-al«. Das Holz ist zu Zündholzschachteln verwendbar. Nooth out & Co. (287).

F. sykomorus L. Ägypten, östliches Afrika. »Ägyptischer Feigenbaum«, »Echte Sykomore«. Das sehr feste Holz liefert die Mumiensärge. Engler (50).

F. vasta Forsk. Abessinien. Das Holz dient zu Tür- und Fensterrahmen. Engler (50).

F. umbrosa Warb. Westafrika. Holz schwer, hellfarbig, mit schöner an Jahresringe erinnernder Zeichnung. Nebst dem Holze von *F. djurensis* Warb. das verwendbarste Ficusholz Togos. Volkens (54).

F. anthelminthica Mart. Brasilien. »Gamelleira«, »Figueira brava«. Das weiße Holz dient zur Herstellung von Booten, Wannen u. dgl. Peckolt (286).

F. cystopoda Miq. Brasilien. »Azongue vegetal.« Liefert Bauholz. Peckolt (286).

F. carica Linn. Vorderasien und Indien, kultiviert in den Golfstaaten Süd-

afrika, Australien, Japan und China. »The Fig tree« der Engländer, »Anjir«, »mtini«. Der Baum liefert kein technisch brauchbares Holz, ist leicht schwammig, aber sehr elastisch. Er wird in Italien zu Dosen, Büchsen usw. verwandt.

F. indica Linn. Indien. »Nyaung thabye.« Weiches und schwammiges Holz, das in Ceylon für Möbel, Messerputzbretter oder Polierzwecke verwandt wird.

F. Maximiliana Mart. Brasilien. »Apiy«, »Oity bravo«. Das weiße Holz dient bei Bauten hauptsächlich zur Auskleidung der Wände. Peckolt (286).

Musanga Smithii R. Br. Tropisches Westafrika. »Schirmbaum«, »Afrikanisches Flottholz«, »Bosénge«, »Mbussenge«. Das weißliche, sehr leichte und leicht zu bearbeitende, doch ziemlich dauerhafte Holz von 0,295 spez. Gew. wird zu leichteren Bauten und zu Hausgerät verwandt, in Westafrika auch als »Corcwood« wie Kork benutzt, besonders zu Netzschwimmern, ist ein vortreffliches Blindholz, liefert auch Füllmasse für Holzpapier. Engler (50), Gilg (116), Jentsch (10).

Myrianthus arboreus P. Beauv. Tropisches Afrika. »Arbre à singes«, »Okomokoma«, »Agnon«. Das graue oder bräunliche, dem der Ficusarten sehr ähnliche, sehr leicht zu bearbeitende Holz wird wie jenes verwandt. Engler (50).

Pourouma tomentosa Mart. Brasilien (Amazonas). »Ambauva de vinho.« Liefert Holz zu verschiedenen Geräten des Hausbedarfes. Th. Peckolt (286).

P. bicolor. Mart. Brasilien (Amazonas). »Ambauva brava.« Das sehr hellfarbige, leicht zu bearbeitende Holz wird wie das vorige benutzt. Th. Peckolt (286).

P. acuminata Mart. Brasilien (Amazonas). »Ambauva mirim de vinho.« Beschaffenheit und Verwendung des Holzes wie bei der vorigen Art. Th. Peckolt (286).

Cecropia peltata L. Jamaika. *C. palmata* Willd. Nordbrasilien, Guiana. »Trompet-tree.« Die ausgehöhlten Stengel, »Shake-wood«, dienen zu Blasinstrumenten. Engler-Pr. (21).

C. adenopus Mart. Brasilien. »Ambug«, »Ambaiba«. Liefert leichtes Nutzholz. Endlich (269).

15. Urticaceae.

Boehmeria rugulosa Wedd. Vorderindien. »Genti«, »Dar«. Aus dem hübschen, roten, mäßig harten, dauerhaften Holz werden Milch- und Trinkgeräte hergestellt. Watt (260).

Phyllostylon brasiliense Capanema. Brasilien (Rio de Janeiro). »Paò branco« (Weißholz). Das weiße, leichte Holz dient zur Herstellung von Hausgerät. Th. Peckolt (261).

Holoptelea integrifolia Planch. Ostindien, Ceylon. »Entire-leaved Elm«, »Papri«, »Myaukseik«. Das gelblichgraue leichte, mäßig harte Holz wird beim Haus- und Wagenbau, auch zu Schnitzarbeiten verwandt. Watt (260).

Aphananthe aspera Planch. Altjapan. »Mukuyenoki«. Liefert ein hochwertiges zähes Nutzholz.

A. philippinensis Planch. Philippinen, in Australien eingeführt. »Tulip wood«. Hellfarbiges, dichtfaseriges Holz. Dient zum Innenausbau der Häuser.

16. Proteaceae.

Brabeium stellatifolium L. Südafrika. »Wild Almond«, »Red Stinkwood«, »Amandelboom«. Dauerhaftes Holz, verwandt beim Wagen- und Waggonbau, zu Turngeräten und Möbeln.

Faurea speciosa Welw. *F. usambarensis* Engl. Afrika. »Bogenhout«, »nujunge«. Liefert schönes, fleischrotes, glänzendes Holz für Kunsttischler. Engler (50).

Protea abyssinica Willd. Abessinien. Engler (50).

P. grandiflora Thunb. Kapland. »Waagenboom.« Liefert Holz zum Wagenbau. Engler-Pr. (21).

P. mellifera Thunb. Kapland, Neuholland. »Sugarbosh«, »Tulpboom«. Holz dunkelrot und mahagoniähnlich, eignet sich für Fensterrahmen, Bootsknie und Möbel.

Leucadendron Berg. Kapland. »Silverboom«, »Witteboom«. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Grevillea robusta A. Cunn. Australien. »Silky oak.« Das elastische, dauerhafte, licht nelkenbraune, mäßig harte Holz dient zu Faßdauben, auch in der Kunsttischlerei,

kommt in 16—30 m langen und in 2 und mehr Meter dicken Blöcken vor. Engler-Pr. (21), Stone (6).

G. striata R. Br. Australien. »Silver Honeysuckle«, »Turrai«. Fleischrotes, hübsch gemustertes Holz, hart und gut polierfähig, wird zu Einzäunungen und Möbelfabrikation verwandt.

Hakea Schrad. Australien. »Pin bush«, »Needle tree«. Gut politurfähiges, weiches, für Tabakspfeifen und Furniere geeignetes Holz.

Orites excelsa R. Br. Nordaustralien. »Silky Oak«, »Red ash«. Graues, schön gemustertes, gut zu polierendes dauerhaftes Holz, wird zu Faßdauben und landwirtschaftlichen Geräten gebraucht.

Xylomelum occidentale R. Br. Neusüdwales und Westaustralien. »Native Pear.« Das hervorragend schöne, ziemlich weiche und leicht zu bearbeitende Holz mit hellbraunem Splint und rötlichbraunem bis blutrotem Kern erinnert in diesen Färbungen an Mahagonihölzer, im sonstigen Aussehen an Eichenholz, ist durch sehr ansehnliche, im Radialschnitt prächtig glänzende Markstrahlen ausgezeichnet. Stone (6).

Rhopala elegans Schott. Brasilien. »Carne devacca«. Rotes Holz mit hellen Flecken, welches schön gemustert ist und sich zur Herstellung schöner, eigenartiger Möbel, sowie Drechslerei und Innenausbau eignet.

Macadamia F. v. Müll. Queensland und Neusüdwales. »Queensland Nut«, »Kindal-Kindal«. Das rötliche, feste, hübsch gemusterte Holz wird zu Faßdauben, Schindeln und Zimmerhandwerk verwandt.

Embothrium coccineum Forst. Valdivia bis zur Magelhaenstraße, »Notra-Ciruelillo.« Liefert gutes Möbelholz. Engler-Pr. (21).

Knightia excelsa R. Br. Australien. »Rewa-Rewa«, »New Zealand Honeysuckle«. Das rot- und braunmaserige, harte, leicht zu spaltende Holz wird zu Furnieren und Dachschindeln verwandt. Engler-Pr. (21), Stone (6).

Stenocarpus salignus R. Br. Australien. »Beef-wood«, »Silky oak«, »Silvery oak.« Das tiefrote, grobfaserige Holz mit auffälligen Markstrahlen, von ungleicher Härte, leicht spaltbar, wird in der Böttcherei und Kunsttischlerei verwandt. Stone (6), Wiesner (23).

St. sinuatus Endl. Nordaustralien. »Fire tree«, »Yiel-yiel«. Hübsch gemustertes, gut politurfähiges, dauerhaftes Holz, eignet sich für Böttcherei, Faßdauben und Furniere.

Banksia littoralis R. Br. Australien (Königs-Georg-Sund). »Banksia«, »Seaside Banksia«. Das weiche, feine, seidenartig glänzende, etwas klebrig anzufühlende Holz mit bräunlichem Splint und rötlichbraunem Kern ist in der Kunsttischlerei gut verwendbar. Stone (6).

17. Santalaceae.

Exocarpus cupressiformis Labill. Australien. Liefert Tischler- und Drechslerholz. Engler-Pr. (21).

Colpoon compressum Berg. Südafrika. Das schwere, feste Holz wird zu feinen Tischlerarbeiten benutzt. Engler-Pr. (21).

Fusanus cygnorum (Miq.) Benth. »Nutree«, »Australian Sandelwood«.
F. persicarius (F. Müller) Benth. »Native Sandelwood.«
— Australien. Liefern wohlriechendes »Sandelholz«. Engler-Pr. (21), Stone (6).

Osyris tenuifolia Engl. Siehe Ostafrikanisches Sandelholz.

Santalum album L. Siehe Weißes Sandelholz.

S. Freycinetianum Gaud. Sandwichinseln.
S. austro-caledonicum Vieill. Neukaledonien.
S. lanceolatum R. Br. Tropisches Australien.
— Liefern gleichfalls weißes bezw. gelbes »Sandelholz«. Engler-Pr. (21).

S. Preissianum Miq. Australien. »Quandong.« Liefert gleichfalls Sandelholz, das, geraspelt, nach Rosen duftet. Simmonds (289), E. Brown (290).

Acanthosyris spinescens (Eichl.) Griseb. Argentinien, Brasilien. »Jvahehé«, »Jba-hé-hé«.
A. falcata Griseb. Argentinien, Bolivia.
— »Quebrachillo«, »sombra del toro hembra«. Liefern Möbelholz. Engler-Pr. (21).

18. Olacaceae [1]).

Strombosia grandifolia Hook f. Urwälder Afrikas. »mbasa«, »Ifondo«, »Mogameba«. Holz dunkelrot mit grau, dicht, Splint dunkler, wenig breit. Dient zu Eisenbahnwaggonbau und zur Herstellung von Werkzeugen.

Ongokea kamerunensis Engl. Westafrika (Kamerun). »Injo.« Liefert gelbes Bauholz. Gilg (11), Engler, A. (528).

Ximenia americana L. Amerika, Tropisches Afrika und Asien. »Espinha de meicha« oder »Ameixero« in Brasilien, »Heymassoli« in Guiana, »Croc« auf S. Domingo. Das gelbliche, harte Holz, im Aussehen und Geruche dem weißen Sandelholz ähnlich, wird in Ostindien wie dieses benutzt. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

Tetrastylidium Engleri Schwacke. Südliches Brasilien. »Tatù.« Liefert Bauholz Engler-Pr. (21).

Coula edulis Baill. Siehe Wulà-Holz.

19. Polygonaceae.

Coccoloba uvifera L. Siehe Cocobolo-holz.

C. philippinensis (Baill.). Rolfe. Philippinen. »Tamayuan«, »kamayuan«. Splintholz hellgrau, scharf unterschieden von dem rötlichbraunen Kern. Das dauerhafte, schwere, harte, sehr feine Holz wird zum Hausbau, besonders zu Pfosten, Querbalken, Dachsparren, ferner zu Axtstielen, Grubenholz und Bahnschwellen verwendet.

C. pubescens L. Antillen, Mexico, Guiana. Liefert eine Art »Eisenholz«. Semler (12), Grisard et v. d. B. (291).

C. laurifolia (Jacq.) Sargent. Südliches Florida, Westindien. »Pigeon Plum«, »Gasteado«, »Uverillo«.

C. uvifera L. Mittelamerika, Brasilien. »Coccolobaholz«, »Sea Grape«, »Papaturro«, »Uvero«. Holz tief rötlichbraun, mit fast schwarzen, linearen Zeichen, es ist sehr schwer, sehr hart und zähe und wird in der Tischlerei, für Wasserbauten sowie zu Messerstielen verwandt.

Ruprechtia corylifolia Griseb. Argentinien. »Manzano del campo«, »Viraru«. Gutes Holz für Schuhleisten, Löffel und sonstige Drechslerarbeiten.

20. Trochodendraceae.

Cercidiphyllum japonicum S. et Z. Siehe Holz des »Kuchenbaumes« (Mayr) oder »Judasbaumblattes«.

Trochodendron aralioides S. et Z. Japan. »Vogelleimbaum«, »Yamaguruma«. Liefert Drechslerholz. Kawai (1), Gris. et v. d. B. (291).

21. Berberidaceae.

Berberis vulgaris L. Siehe Holz des Sauerdorns.

22. Magnoliaceae [1]).

Magnolia acuminata L. Spitzblätterige Magnolie. Nordamerika. »Cucumbertree«, »Mountain Magnolia«, »Canary Whitewood«. Das hellfarbige Holz ist sehr brauchbar zu feinen Möbeln und zur inneren Auskleidung von Häusern, wird zuweilen mit dem Holze des Tulpenbaumes (»Tulip-wood«) verwechselt. Semler (12), Roth (68).

M. grandiflora L. Vereinigte Staaten. »Immergrüne, großblütige Magnolie«, »Magnolia«, »Large flowered evergreen Magnolia«. Das schwere, harte, nicht feste, aber sehr seidenartige lichtbraune Holz eignet sich für feine Möbel und zum Innenausbau.

M. hypoleuca Sieb. et Zucc. Altjapan, China. »Weißrückige Magnolie«, »Honoki«, »Hou-Po«. Prächtiges, gelbbraunes, hartes Holz, aus dem die beste und feinste Zeichenkohle gewonnen wird, auch eignet es sich zu Tischplatten, Reißbrettern, Holzschuhen, Bleistifthüllen usw.

M. hypoleuca S. et Z. Japan. »Honoki.« Das schöne, mäßig harte Holz dient in der Tischlerei, auch zur Herstellung von Zeichen- und Malbrettern, Maßstäben u. dgl. Exner (271), Kawai (1). Abbildung bei Mayr, Wald- und Parkb. (2).

Talauma (*Aromadendron*) *elegans* (Blume). Java. Das weißliche, leichte, aber feste Holz dient zu Bauten und Kunsttischlerarbeiten. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

---

[1]) Über die Anatomie des Holzes siehe Moll u. Janssonius, Bd. 2, S. 215.

[1]) Über den Holzbau siehe Groppler, Bibl. bot., 31 u. Moll u. Janssonius, Bd. 1, p. 84.

T. Plumieri D. C. Westindien. »Boipin«, »Bois cachiment«. Das harte, nicht schwere Holz, im Alter wie Ebenholz gefärbt und dann besonders geschätzt, wird gleich dem vorigen verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

Michelia champaca L. Java, im tropischen Asien und in anderen Tropenländern kultiviert. »Calabash-tree.« Das weiche, aber sehr dauerhafte Holz mit weißem Splint und hell olivbraunem Kern wird beim Haus- und Wagenbau sowie zur Herstellung von Möbeln verwendet, ist nach Grisard et v. d. Berghe (291) auch zu Drechslerarbeiten gesucht. Watt (260), Engler-Pr. (21), Moll und Janssonius (22), Mell (512).

M. excelsa Blume. Himalaja, Kaschia. Liefert Bau- und Möbelholz. Watt (260).

M. nilagirica Zenk. Westliches Ghâts. Ceylon. Liefert Nutzholz zu Bauzwecken und Teekisten. Watt (260), Lewis (288).

Liriodendron tulipifera L. Siehe Holz des Tulpenbaumes.

Drimys Winteri Forst. Mexiko, Südamerika. »Magnolia«, »Palo de Mambo«, »Arbol de Agi«. Gutes Holz für allgemeine Bauzwecke.

Zygogynum Vieillardii Baill. Neukaldonien. Das Holz eignet sich vortrefflich zu feineren Tischlerarbeiten. Gris. et v. d. B. (291).

23. Anonaceae [1]).

Miliusa velutina Hook f. et Th. Ostindien. »Dom sal«, »Kajramta«. Liefert lichtbraunes, ziemlich hartes Werkholz. Watt (260).

Uvaria grandiflora Roxb. (*U. purpurea* Bl.). Java. »Kadjand.« Liefert hellbraunes, dichtes, leicht zu bearbeitendes Bau- und Zimmerholz. Gris. et v. d. B. (291).

Pachypodanthium Engl. et Diels. Gabun, Südkamerun. »Ntom«, »Ntoma«. Das gelblichbraune, sehr dichte Holz wird in der Tischlerei verwandt.

U. Büsgenii Diels. Westafrika (Kamerun). Siehe Bopande-Holz.

Guatteria spez. Das leichte, weiche Holz der brasilianischen Arten, »Pindaiba«, dient zur Herstellung von Gefäßen und Angelruten. Engler-Pr. (21).

G. virgata Dun. Honduras. »Lancewood«, »Yaya«. Das Holz ist gelb, leicht, elastisch und feinfaserig, eignet sich gut für Speerschäfte, Angelruten, Bogen und Pfeile.

Duguetia quitarensis Benth. Guiana. Liefert das elastische »Lanzenholz«, »Yariyari« zu Peitschenstielen und zum Wagenbau. — Engler-Pr. (21), Stone (6).

Enantia chlorantha (Oliv.) Tropisches Westafrika. »Westafrikanisches Gelbholz«, »mfo«, »bopalo«, »Nje«. Das mittelschwere, nicht harte Holz, schwefel- bis zitronengelb, im Kerne grünlich, von vorzüglicher Flächenwirkung, eignet sich sehr für feine Luxusmöbel und Einlegearbeiten, dient auch zu kleinen Schnitzereien und Kunstdrechslersachen. Jentsch (10), Gilg (11).

Unona Thorelii Pierre. Cochinchina. »Gio tom.« Das Holz wird zu Möbeln verarbeitet. Gris. et v. d. B. (291).

Cananga odorata (Lam.) Hock f. et Thoms. Malaiisches Gebiet und tropisches Ostaustralien, in allen Tropenländern kultiviert. »Hangilang«, »Kadatnyan«. Das leichte, aber ziemlich harte Holz dient in Niederländisch Indien zu Bauten und in der Kunsttischlerei. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janssonius (22).

Polyalthia longifolia (Lam.) Benth. et Hook. f. Vorderindien, Ceylon, in allen heißeren Teilen Indiens kultiviert. »Indian fir«, »Mast tree«, »Asok«. Liefert weißes bis gelbliches, leichtes, sehr biegsames Holz zu Trommelzylindern, Schachteln, Bleistiftfassungen und Zündhölzchen. Watt (260).

P. cerasoides Benth. et Hook f. Vorderindien. »Sandi Ome«, »Gutti«. Liefert grünlichbraunes, mäßig hartes Holz zu Zimmerwerk, Masten und Sparren. Watt (260).

P. suberosa (D. C.) Benth. et Hook. Vorderindien. »Kuradia.« Das harte, dichte, zähe und dauerhafte Holz wird gleich dem vorigen verwandt. Watt (260).

P. simiarum Benth. et Hook. Hinterindien. Liefert Nutzholz zu Möbeln und anderweitiger Verwendung. Gris. et v. d. B. (291).

P. subcordata Bl. Java. Liefert vermutlich das zu Kunsttischlerarbeiten sehr ge-

[1]) Über den Bau des Holzes siehe Moll und Janssonius, Bd. 1, S. 106.

eignete »Baloen adock«-Holz. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janssonius (22).

Mitrephora Edwardsii Pierre. Tropisches Asien. Liefert gelbliches, hartes und sehr biegsames, geschätztes Nutzholz. Gris. et v. d. B. (291).

Xylopia aethiopica A. Rich. Senegambien bis Sierra Leone. »Okala«, »Ogana«, »Poivrier d'Ethiopie«, »Mohrenpfeffer«. Liefert sehr brauchbares, durch seine Biegsamkeit ausgezeichnetes Nutzholz. Das Wurzelholz kann wie Kork verwandt werden. Gris. v. d. B. (291).

X. parvifolia Hook. f. et Thoms. Ceylon. »Santhu.« Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288). Auch andere Xylopiaarten, so z. B. die brasilianische *X. frutescens* Aubl., liefern Nutzholz (Gris. et v. d. B. 291). Zur Gattung *Xylopia* gehört nach Gilg (in Engler, O. Afr. 50) wohl auch der »Gelbholzbaum« Ostafrikas (»Muaka«), dessen intensiv gelbes Holz, von mittlerer Härte und Schwere, aber fest und zäh und nach allen Richtungen leicht schneidbar, eines der wichtigsten Nutzhölzer jenes Gebietes darstellt.

Hexalobus crispiflorus A. Rich. Gabun und Kongogebiet. Das rötlichweiße, fein gefleckte, wenig dichte Holz wird für Ruder und Möbel verwandt.

Anona muricata L. Westindien, Antillen, in Brasilien kultiviert. »Stachelanone«. »Sauerapfel«, »Guanabano«. Das weiche Holz, namentlich der Wurzel, wird wie Kork benutzt. Gris. et v. d. B. (291), Engler-Pr. (21).

A. palustris L. Südliches Brasilien, Antillen. »Alligatorapfel«, »Corcho«, »Araticú do Brejo«, »Cortissa«, »Corkwood«. Gris. et v. d. B. (291), Engler-Pr. (21).

A. squamosa L. Westindien, in den Tropen allgemein kultiviert. »Zuckerapfel«, »sugar apple«, »pinha«, »manoa papos«. Gris. et v. d. B. (291), Engler (21).

A. reticulata L. Verbreitung wie bei der vorigen. »Petit corossol.« Gris. et v. d. B. (291), Engler-Pr. (21), Moll et Janssonius (22).

Monodora myristica (Gaertn.) Dun. Im afrikanischen Urwald. »M'poussan«, »Gboite«, »Lakoshe«. Das weißliche, weiche, zähe, glänzende und biegsame Holz wird für Handstiele, Pfosten, Schwellen usw. verwandt.

Cyathocalyx zeylanicus Champ. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

24. Myristicaceae.

Brochoneura usambarensis Warb. Ostafrika. »Tambala.« Liefert vortreffliches Bretterholz. Mismahl (301).

Pyknanthus kombo (Baill.) Warb. Siehe Komboholz.

Myristica malabarica Lam. Ostindien. Liefert rötlichgelbes, mäßig hartes Bauholz. Watt (260).

Myrist. laurifolia Hook. f. et Thoms. Ceylon. »Wild Nutmeg«, »Jaiphal«.
M. Horsfieldii Bl. Ostindien.
M. irya Gaertn. Ostindien.
} Liefern Holz zu Teekisten. Lewis (288).

M. philippinensis Lam. Philippinen. »Duguah.« Splintholz sehr hellrötlich weiß, Kernholz etwas dunkler, weich, mäßig schwer, nicht dauerhaft und porös. Das Holz wird für leichte, temporäre Konstruktionen und Kisten verwandt.

Scychocephalium ochocoa Warb. Gabun. »Ochoco«, »Osoko«, »N'soro.« Das gelblichweiße, leicht rosafarbene Holz bearbeitet sich sehr gut für Möbeltischlerei und Furnierblätter.

Laurelia sempervirens Tul. Chile. »Laurel.« Poriges, gelblich olivenfarbiges Holz mit dunklen Flecken. Das leichte, feste, biegsame, harte, nicht dauerhafte Holz wird für Kisten, Hobelware, billige Parkettböden, Küchenmöbel, Koffer u. dgl. verwandt.

Atherosperma moschatum Labill. Südöstliches Australien. »Australischer Sassafrasbaum«, »Australian sassafras«. Das Holz ist dunkelfarbig, oft schön gemustert, sehr zähe, und läßt sich leicht bearbeiten sowie polieren. Es wird zu Schuhleisten, Holzschrauben, zum Auskleiden von Koffern, Kommoden u. dgl. benutzt.

25. Monimiaceae.

Tambourissa quadrifida Sonner. Maskarenen. Java. Liefert das sehr leichte »bois de tambour«. Wiesner (23).

26. Lauraceae.

Cinnamomum camphora (L.) Nees et Eberm. China, Formosa, Japan (»Kusu«). Das oft schön gemaserte, von Insekten nicht angegangene Holz dient in Japan

hauptsächlich zu Möbeln, auch zur inneren Ausstattung der Wohnräume. Exner (271), Kawai (1), Flückiger (37), Mayr (2).

C. glanduliferum Meissn. Ostindien. »Nepal camphor wood«, »Nepal sassafras«. Das hellbraune, stark riechende, grobe, mäßig harte Holz wird beim Schiffbau und anderweitig verwandt. Watt (260).

Persea indica Spreng. Kanaren. Liefert helles Nutzholz. »Madeiralorbeer«, »Madeira Mahagoni«. P. Busch (27).

P. lingue N. ab Es. Chile. »Lingue.« Holz von wechselnder Farbe, gewöhnlich braun mit roten und gelben Schattierungen, wird für Möbel, Inneneinrichtungen, Parkettböden, Türen, sowie Wagenbau verwandt.

P. alba Nees. Brasilien. »Lauro«, »Lauro congade porco«. Liefert Nutzholz. Th. Peckolt (292).

P. splendens var. *chrysophylla* Meissn. Brasilien. »Lauro amarello.« Liefert wichtiges Bau- und Möbelholz. Th. Peckolt (292).

P. microneura Meissn. Brasilien. Liefert (nach Sassafras riechendes) Nutzholz. Th. Peckolt (292).

Machilus Thunbergii Sieb. et Zucc. China, Japan, koreanischer Archipel. »Tabu«, »Tamagusa«. Liefert das schleimhaltige, bei der Haartoilette der chinesischen Frauen benutzte »Chinese bandoline wood«, höchstwahrscheinlich identisch mit dem schon 1881 durch v. Höhnel untersuchten und als einer Lauracee zugehörig erkannten »Pau-Fa«-Holze. Bull (293), Sitzungsber. (295).

M. glaucescens Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

M. odoratissima Nees. Himalaja, Kaschia, Burma, Assam. »Kaula«, »Kawala«. Liefert graues, an der Luft sich rötendes, mäßig hartes Nutzholz zu Hausbauten und Teekisten. Watt (260).

Phoebe lanceolata Nees. Ostindien. »Bhadroi«, »Katkaula«. Liefert anfänglich weißes, dann ins Braune nachdunkelndes hartes Nutzholz, vornehmlich zu Dielen. Watt (260).

Ph. indica (Spreng.) Pax. Kanarische Inseln; in Spanien kultiviert und verwildernd, stammt vermutlich aus Amerika. Liefert dem Mahagoni ähnliches Möbelholz (Vinacito). Engler-Pr. (21).

Ph. betazensis Mez. Kostarika. »Quizarrà.« Liefert viel verwandtes Tischlerholz.

Ph. Porphyria (Griseb.) Mez. Argentinien. »Laurel«, »Laurel de la falda«. Wird für Bindebalken, Tische und sonstige Tischlerarbeiten verwandt.

Ocotea bullata E. Mey. Südafrika. »Stinkholz«, »White Stinkwood«, »Cape laurel«, »Cape walnut«. Das goldbraune, prächtig irisierende, sehr harte, außerordentlich zähe Holz, im frischen Zustande von starkem, unangenehmem Dufte, ist eins der wertvollsten Nutzhölzer des Kaplandes für Bauten und Kunsttischlerarbeiten. Engler (50), Schöpflin (294), Stone (6).

O. usambarensis Engl. Ostafrika. »Wilder Kampferbaum«, »Mtoa mada« in Usambara. Liefert silbergraues, seidenartig glänzendes, aromatisch duftendes, festes, leicht schneidbares Nutzholz. Engler (50).

O. spectabilis Mez. Brasilien. Liefert dunkelbraunes, festes, vorzügliches Nutzholz, u. a. auch zu Eisenbahnschwellen. Endlich (269).

Mespilodaphne organensis Meissn. Brasilien. »Canella parda.«
M. opifera Meissn. Brasilien. »Canella de cheiro.«
Mesp. Sassafras Meissn. Landla. Brasilien. »Sassafras.«
Liefern Nutzholz. Th. Peckolt (292).

Umbellularia californica Nutt. Kalifornisches Küstengebirge und Sierra Nevada. »Kalifornischer Lorbeer«, »California laurel«, »myrtle tree«. Das lichtbraune, schwere, harte, sehr politurfähige Holz bietet an der pazifischen Küste einen Ersatz für Nuß- und Eichenholz. Semler (12), Mayr (62).

Nectandra Rodioei Hook. Britisch-Guiana. Gilt als eine Stammpflanze des grünen bis braunen oder schwarzen »Greenheart« oder »Grünherzholzes« (siehe dieses), eines der härtesten, schwersten und festesten Nutzhölzer, vornehmlich beim Schiffbau und Wasserbau geschätzt und, gleich dem ähnlichen Pockholz, auch in

der Drechslerei verarbeitet. Semler (12), Wiesner (23).

N. exaltata (Nees.) Gris. Jamaika. Liefert hoch geschätztes, grünlichbraunes, sehr hartes Nutzholz, »timber sweet wood«. Engler-Pr. (21).

N. antillana Meissn. Jamaika. Liefert »yellow sweet wood.« Harris (118).

N. concinna Nees. Martinique. Liefert sehr gesuchtes Holz. »Laurier marbré«, zu Kunstarbeiten. Wiesner (23).

N. pisi Miq. Brit. Guiana. »Black Cedar«, »yellow Cironballi«. Das hellbraune, sehr harte Holz ist gut zu bearbeiten, besonders gut zu drechseln, läßt sich vortrefflich polieren, liefert Bootplanken von längster Dauer. Stone (6).

Von Nectandra-Arten werden auch noch einige andere, hauptsächlich beim Bootbau verwandte Hölzer Brit. Guianas abgeleitet, so »Kretti«, »brown Cironaballi«, »Waibaima«. Stone (6).

Paxiodendron usambarense Engl. Hochgebirge von Usambara, am Kilimandscharo. Liefert eins der geschätztesten Nutzhölzer Usambaras, von intensiv gelber Färbung und schwachem, aber angenehmem Duft. Engler (50), Engler-Pr. (21).

Dicypellium caryophyllatum (Mart.) Nees (*Licaria guianensis* Aubl.). Brasilien. Liefert das »Rosenholz von Cayenne« für die Kunsttischlerei. Engler-Pr. (21), Sawer (296).

Sassafras officinale Nees. Nordamerika. »Sassafrasbaum«, »Saxifrax«, »Wah-ehnah-kas«, »Sassafras«. Das leichte, schwach aromatische Holz, dauerhaft und von Insekten nicht angegangen, dient zu Schwellen und Pfosten bei kleineren ländlichen Gebäuden, zu Bettstellen, Schränken, Kisten, auch zur inneren Auskleidung von Koffern usw. Semler (12).

Litsaea polyantha Juss. Ostindien, China, Java. »Katmarra«, »Karkawa«, »Ondon«. Liefert grünlichgraues, wenig dauerhaftes Holz zu Kulturgeräten. Watt (260).

L. sebifera Pers. Ostindien. »Maida«, »Banborla«. Das nach Watt (260) braune oder grünliche, glänzende, harte, dauerhafte Holz eignet sich zur Herstellung von Teekisten. Lewis (288).

L. zeylanica Nees. Ostindien, Ceylon, Sundainseln. »Kanvel«, »Palai«. Das rötlichweiße, im Kern dunklere Holz, mäßig hart, geradfaserig zäh, dient zu Bauzwecken, eignet sich auch zu Teekisten. Watt (260), Lewis (288).

L. Wightiana (Nees.) Benth. Australien. Liefert das Tang-Kalakholz. Wiesner (23).

Beilschmiedia Roxburghiana Nees. Ostindien. »Kamatti.« Das weiße, scharf gezonte, im rötlichen Kerne grünstreifige, mäßig harte, glattfaserige Holz wird beim Haus- und Bootbau, auch zu Teekisten und anderweitig verarbeitet. Watt (260).

B. cairocan Vid. Philippinen. »Malacadios«, »Cubi«. Das Holz von gelber Farbe, mäßig schwer, hart und feinfaserig, wird zum Hausbau, Fußbodenbelag und Schiffsbau verwandt.

Aiouea brasiliensis Meissn. Brasilien. »Amajouva.« Liefert Nutzholz. Th. Peckolt (292).

A. tenella Nees. Brasilien. »Ajubo.« Th. Peckolt (292).

Tylostemon kweo Mildbread. Siehe Mkweoholz.

Aydendron riparium Nees. Brasilien. »Pao-rosa.«
A. canella Meissn. Brasilien. »Pa de canella.«
A. tenellum Meissn. Brasilien.
} Liefern Nutzholz. Th. Peckolt (292).

Aniba perutilis Hems. Kolumbien. Liefert das »Komino«-Holz in zwei Sorten, deren eine, hellfarbig (»Comino liso«) ein ausgezeichnetes Bauholz darstellt, während die andere, von dunkler Färbung, zu Furnieren dient. Kew, Bulletin (297).

Cryptocarya membranacea Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

C. moschata Nees et Mart. Brasilien. »Noz moscada do Brasil.«
C. guayanensis Meissn. Brasilien. »Cao xio.«
C. Mandioccana Meissn. Brasilien. »Cajaty.«
C. densiflora Bl. Brasilien. »Anhauiana.«
} Liefern Nutzholz. Th. Peckolt (292).

Endiandra glauca R. Br. Australien. Liefert eine Art »teak wood«. »Native Orange«, »Batand Ball«. Wiesner (23).

Silvia navalium Allem. Brasilien. »Tapinhoan.« Liefert Holz zum Schiffbau. Engler-Pr. (21).

S. Itauba Pax. Brasilien. Liefert Bauholz. Th. Peckolt (292).

Acrodiclidium guianense Nees. var. *caudatum* Meissn. Brasilien. »Itauba branca.«
A. anacardioides Spruce. Brasilien.
A. camara Schomb. Brasilien. »Itauba Camara«.
} Liefern Nutzholz. Th. Peckolt (292).

Lindera sericea Bl. Japan. »Kuromoji.« Das angenehm duftende Holz liefert Zahnstocher. Kawai (1).

L. pulcherrima Benth. (*Daphnidium pulch.* Nees.). Himalaja. Liefert Holz zu Bauten und Teekisten. Watt (260).

Laurus nobilis L. Siehe Lorbeerholz.

27. Capparidaceae.

Crataeva religiosa Forst. (*C. nurvala* Ham.). Tropisches Afrika, Gesellschaftsinseln. »Barna«, »Narave«, »dabkar«. Das gelblichweiße Holz kann wie Buchsholz verwendet werden. Watt (260).

Capparis decidua (Forsk.) Pax. Arabisch-ägyptisches Wüstengebiet bis Ostindien. Liefert sehr hartes, von Ameisen nicht angegangenes, sehr geschätztes Werkholz. Watt (260).

C. grandis L. f. Ostindien. »Pachunda«, »Katarni«. Liefert weißes, mäßig hartes, dauerhaftes Nutzholz. Watt (260).

28. Saxifragaceae.

Deutzia scabra Thunb. Japan. »Utsugi.« Das Holz dient zur Herstellung von Nägeln. Exner (271), Kawai (1).

Hydrangea paniculata Sieb. Nördl. Japan. »Nori-no-ki.« Aus dem harten gelblichen oder rötlichen Holze werden Pfeifen geschnitzt. Kawai (1).

Escallonia macrantha Hook. et Arn. Südamerika. Liefert nach Reed das Sandelholz der Insel Mocha (Chile). Engler-Pr. (21).

29. Pittosporaceae.

Pittosporum undulatum Vent. Australien. »cheesewood«, »mock orange«. Liefert das australische Buchsholz für Drechsler und Holzschneider. Gris. et v. d. B. (291), Semler (12).

P. tenuifolium Gärtn. Neuseeland »Black Mapau«, »Matipotarata«. Das Holz wird zur Herstellung von Möbeln verwandt.

30. Cunoniaceae.

Ceratopetalum apetalum Don. Ostaustralien, Neu-Süd-Wales, »light-wood«, »coach-wood«. Das leichte, angenehm riechende Holz dient hauptsächlich zum Wagenbau. Engler-Pr. (21).

Cunonia capensis L. Kapland. »Red Elzenhout«, »red els«, »Umgwa-sube«. Holz rötlich, sehr hart und dauerhaft, vortrefflich für die Kunsttischlerei und Drechslerei. Stone (6).

31. Hamamelidaceae.

Bucklandia populnea R. Br. Östliches Himalaja, Britisch Burma, Sumatra, Java. »Pipli.« Liefert bräunlichgraues, mäßig hartes, dauerhaftes, viel verwandtes Nutzholz zu Dielen, Rahmen und Schnitzwerk. Watt (260). Engler-Pr. (21).

Liquidambar styraciflua L. Siehe Satin-Nußholz.

L. orientale Mill. Kleinasien. Liefert balsamartig duftendes Nutzholz, »Rhodiumholz.« Semler (12).

L. formosanum Hance. China. Liefert Holz zu Teekisten. Veitch (298).

Altingia excelsa Noronha. Von Yünnan bis Java. »Sikadoengdoeng« oder »Rusamala« der Malaien in Hinterindien »Namta-yok«. Liefert nach Balsam duftendes Nutzholz, auch zu Bauzwecken. Engler-Pr. (21), Watt (260).

Distylium racemosum S. et Z. Japan, »Isu«, »noki«. Liefert Holz zu Kämmen. Exner (271), Kawai (1).

Parrotia persica (D. C.) C. A. Mey. Nordpersien. »Morocco ironwood«, »Umbürtel«, »Temir Agasch«. Liefert das im Kerne hellrosa gefärbte »Eisenholz von Transkaukasien.« Engler-Pr. (21), J. Wassujewski (299).

Fothergilla involucrata Falc. (*Parrotia Jaquemontiana* Dcne.) Kaschmir. Liefert schönes, hochgeschätztes, hellrotes, sehr hartes und dichtes Nutzholz, namentlich zu Spazierstöcken, Zeltpflöcken, Mörserkeulen u. dgl. Watt (260), Engler-Pr. (21).

32. Platanaceae.

Platanus occidentalis L. } Siehe Holz der Platane.
Pl. orientalis L. }

Pl. racemosa Nutt. Kalifornien. »Kalifornische Platane«, »Sycomore«, »buttonwood«. Das Holz wird wenig benutzt. Mayr (62).

33. Rosaceae.

a) Pomoideae.

Cotoneaster acuminata Lindl. Himalaja. Liefert Spazierstöcke.

C. bacillaris Wall. »Luni«, »Benang«, »Ruinsh«. Watt (260).

Pirus communis L. Siehe Holz des Birnbaumes.

P. amygdaliformis Vill. Mandelblättriger Birnbaum. Südeuropa, Kleinasien. Das Holz wird gleich dem des gemeinen Birnbaumes verwandt. v. Guttenberg (300).

P. zumi Matsum. Altjapan. »Ozumi.« Liefert gutes Bauholz.

P. sinensis Lindl. Südliches Japan. »Nashi.« Liefert hartes, braunes, geschätztes Möbelholz. Kawai (1).

P. pashia Buch. »Himalaja-Birnbaum.« Himalaja. Das hellrötlichbraune, harte, ziemlich zähe Holz dient zur Anfertigung von Spazierstöcken, Kämmen, Tabakspfeifen u. dgl. Watt (260).

P. malus Poir. Siehe Holz des Apfelbaumes.

P. torminalis Crantz. Siehe Holz des Elsbeerbaumes.

P. aria Crantz. Europa, Westasien. »Mehlbeerbaum«, »Alisier blanc«, »allouchier«. Das rötlichweiße, oft durch das auffällig dunklere Spätholz der Jahresringe ausgezeichnete, harte, sehr feste und zähe, sehr schwerspaltige Holz ist für Wagner-, Tischler- und Drechslerarbeiten geeignet. Hempel und Wilhelm (57).

P. aucuparia L. Siehe Holz der Eberesche.

P. domestica L. Südeuropa. »Sperberbaum«, »Echter Speierling«, »zahmer Vogelbeerbaum«, »Sorbier domestique«. Das feinfaserige, etwas glänzende, im rotbraunen Kerne oft zahlreiche Markfleckchen zeigende Holz, sehr hart, schwer und schwerspaltig, wird vom Tischler, Drechsler und Holzschnitzer benutzt. Hempel und Wilhelm (57).

P. scandica Fries. Skandinavien, Finnland. In Deutschland angepflanzt. »Nordische Mehlbeere«, »Oxelbeere«, »Schwedische Mehlbeere«, »Saubirne«. Das feinfaserige, matte Holz mit rötlichem Splinte und schwarzbraunem Kerne, gibt gutes Wagner- und Drechslerholz.

Eriobotrya japonica Lindl. Japan. »Wollmispel«, »Nispero del Japón«, »Biwa«. Liefert hartes Holz für Musikinstrumente. Exner (271), Kawai (1).

Amelanchier canadensis Medic. Neufundland, »Kanadische Felsenbirne«, »Serviceberry«, »May cherry«, »Wild pear«. Splint breit, hellbraun mit roten Flecken; Kern rötlichbraun. Das harte, feste Holz wird für Handstiele, Angelruten und Turngeräte verwandt.

Pourthiaea villosa Dcne. Japan. »Ushi koroshi.« Das sehr harte, zähe Holz liefert Werkzeugstiele. Kawai (1).

Crataegus oxyacantha L. } Siehe Holz des Weißdorns.
C. monogyna Jacq. }

Mespilus germanica L. Orient, in Europa kultiviert und verwildert. »Gemeiner »Mispelbaum«, »Néflier« der Franzosen, »the common medlar« der Engländer. Das rötlichweiße, bis fleischrote, sehr dichte und zähe Holz wird vom Mühlenbauer, Tischler und Drechsler verarbeitet. Liefert auch gute Kohle. Hempel und Wilhelm (57).

b) Rosoideae.

Cercocarpus ledifolius Nutt. Subalpine Region der Gebirge Kaliforniens. »Mountain Mahogany.« Liefert dunkel gefärbtes, hartes, schweres, als »Berg-Mahagoni« verwendetes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

c) Prunoideae

Prunus domestica L. Siehe Holz des Zwetschgenbaumes.

P. spinosa L. Europa, Nordafrika, Orient. »Schlehdorn«, »Schwarzdorn«, »prunellier«, »prugnolo«. Liefert knotige Spazierstöcke und sehr hartes Holz mit rötlichem Splint und dunkelbraunem Kern zu Drechslerarbeiten. Hempel und Wilhelm (57).

P. avium L. Siehe Holz d. Vogelkirsche.

P. pseudocerasus Lindl. var. spontanea Maxim. Japan. »Yamazakura.« Liefert schönes, sehr geschätztes, vielseitig verwandtes Nutzholz. Kawai (1).

P. puddum Roxb. Nordindien. »Phaja«, »Panni«. Liefert Spazierstöcke und Pfeifenrohre, auch Bau- und Möbelholz. Watt (260).

P. mahaleb L. Europa, Orient. »Felsenkirsche«, »Stein- oder Türkische Weichsel«. Das im Kerne rote, auch im schmalen Splinte rötliche, nach Kumarin duftende Holz, »St. Lucienholz«, hart, sehr schwer und schwerspaltig, sehr politurfähig, wird zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten benutzt. Stockausschläge liefern die bekannten »Weichselrohre« für Raucher, sowie Spazierstöcke. Hempel und Wilhelm (57).

P. padus L. Siehe Holz der Traubenkirsche.

P. serotina Ehrh. Nordamerika. »Späte Traubenkirsche«, »Lorbeerkirsche«, »Rum cherry«, »Wild black cherry«. Liefert sehr geschätztes, durch Beizung dem Mahagoni und selbst dem Ebenholz ähnlich zu machendes Möbelholz. Semler (12), Mayr (62), Roth (68), Mayr, Wald- und Parkbäume (2).

P. occidentalis Sw. Westindien. »Almendron«, »Almendrillo«. Liefert gutes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

P. sphaerocarpa Sw. Westindien, Brasilien. Liefert ausgezeichnetes Möbelholz. Wiesner (23).

P. spinulosa Sieb. et Zucc. Altjapan. »Rinboku.« Liefert sehr gutes Bauholz.

Außer den genannten Prunusarten liefern Nutzholz für Tischler und Drechsler zu gelegentlicher Verwendung: *P. amygdalus* Stokes; *P. persica* Stok., *P. armenica* L., *P. insititia* L., *P. cerasus* L. u. a.

d) Chrysobalanoideae.

Chrysobalanus ellipticus Soland. Gabun, Elfenbeinküste und Goldküste. »Hanfuru«, »Ababele«. Das dichte, harte Holz von rötlicher Farbe läßt sich gut bearbeiten und ist für Herstellung von Eisenbahnwagen geeignet.

Licania hypoleuca Benth. Südamerika. Liefert gutes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Parinarium mobola Oliv. Südamerika. Desgleichen. Engler-Pr. (21).

P. chrysophyllum Oliv. Gabun, Südkamerun. Das Holz eignet sich zur Herstellung von Eisenbahnmaterial.

P. curatellifolium Planch. Zentralafrika. »Mbula«, »Abo-Idofun«, »Moleinole«. Das eichenähnliche, sehr harte Holz wird seiner Dauerhaftigkeit wegen für hölzerne Nägel und Stifte verwandt.

P. robustum Oliv. Elfenbeinküste, Nigerien. »Aramo«, »aroba«, »Benin mahogany«. Splintholz gelblichweiß. Das sich glatthobelnde, mäßig harte, sehr dauerhafte Holz eignet sich für gutes Pfostenmaterial, sowie Eisenbahnschwellen.

P. spec. (Ferolia variegata Lam.). Guayana, Guadeloupe. Liefert hartes, feines, schön rötlichbraunes Möbel- und Kunsttischlerholz, Feroliaholz »bois satiné«, »bois marbré«, »Washiba«. Wiesner (23), Stone (6).

P. Holstii Engl. Ostafrika (Usambara). »Mula.« Liefert eichenähnliches Holz zu Brückenbauten und für Parketten. Mismahl, F. (301).

34. Leguminosae.

a) Mimosoideae.

Inga vera Willd. Siehe Kokusholz.

Enterolobium ellipticum Benth. Brasilien. »Vinhatico«, »Vinhatico algodas« liefert das Angicoholz. Engler-Pr. (21). Siehe auch S. 399 bei *Piptadenia rigida* Benth.

Pithecolobium unguis-cati Benth. Westindien, nördliches Südamerika. Liefert das Kieselholz der Antillen. Engler-Pr. (21).

P. bigeminum Mart. Vorderindien. »Djengkol.« Liefert vorzügliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

P. montanum Benth. Sunda-Archipel.

P. filicifolium Benth. Westindien, Zentralamerika. »Lorito«, »Conchudo«. Liefern vorzügliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

P. altissimum Oliv. Ostafrika. »Bent Pod«, »Augwam catee«. Holz ähnlich dem Buchenholz und gleich diesem in der Tischlerei verwendbar. Harms (20).

P. tortum Mart. Argentinien. »Tantanéblanco«, »Tataré«. Das leicht polierfähige, sehr dauerhafte Holz wird als Bauholz zu Eisenbahnschwellen, Möbeltischlerei und Wagenbau verwendet. Beliebtes Pfosten- und Lattenmaterial.

Albizzia montana Benth. Java, Neu-Kaledonien, Australien. »Caju Ticcos major«. Der Geruch des harten und dauerhaften Holzes (»Lignum murinum«) lockt Mäuse an. Engler-Pr. (21).

A. lebbek. Benth. Tropisches Asien und Afrika. »Siris«, »Buge«, »Ki-toke«, »Bugre«, »East Indian walnut«, »Siris tree« der Engländer. Das dunkelbraune, schön gezeichnete, sehr harte und schwere, sehr dauerhafte und polierfähige Kernholz (in Bengalen nach Engler-Pr. (21) »sirsa« oder »sirissa«, in Koromandel »Cotton varay«) steht in Indien hoch im Preise und wird sowohl beim Haus- und Bootbau, als auch zu den feinsten Kunstarbeiten verwendet. Watt (260), Engler (50), Stone (6).

A. odoratissima Benth. Vorderindien. »Karmaru«, »Bilwara«, »Karu Vagai«, »Sweet-scented mimosa«, »Huriri« (Ceylon). Liefert vortreffliches, im dunkelbraunen Kerne heller gebändertes, hartes, sehr dauerhaftes, vielseitig verwendbares Nutzholz. Engler-Pr. (21), Watt (260), Stone (6).

A. procera Benth. Vorder- und Hinterindien. »Karhar«, »Sirsi«, »Vagai«. Liefert vortreffliches, sehr gesuchtes Nutzholz, auch zu Bauzwecken. Watt (260)

A. basaltica Benth. Nordostaustralien. Holz rot, silberglänzend. Engler-Pr. (21).

A. amara Boiv. Tropisches und subtropisches Asien und Afrika. »Tugli«, »Womjui«. Liefert schönes, im Kerne purpurbraunes, heller und dunkler gebändertes, ausnehmend hartes Nutzholz. Watt (260).

A. Julibrissin Dur. Tropisches und subtropisches Asien und Japan, China. »Ne munoki«, »Shirin«, »Lakkey«. Liefert schön gezeichnetes, im Kerne dunkelbraunes bis schwarzes Nutzholz, vornehmlich zu Möbeln. Engler-Pr. (21), Watt (260).

A. stipulata Boiv. Tropisches und subtropisches Asien. »Ohi«, »Siran«, »Bonmeza«. Liefert gutes, von Insekten nicht angegangenes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

A. Welwitschii Oliv. Tropisches Afrika. Siehe Bobáiholz.

A. Brownii Walp. Tropisches Westafrika. »Bobai«, »Albizzia«, »Ayinre«, »Kokpara« usw. Liefert gutes Bauholz. Gilg (116), Harms (20).

A. fastigiata (E. Mey.) Oliv. Tropisches Afrika, in Kamerun »Ejem«, »Bakbaboi«, »Aynre ogo«. Holz gleichmäßig hellgelb, mit hellgrauem Kerne, hart, termitenfest. Harms (20).

Calliandra tetragona Benth. Mexiko bis Kolumbien. Liefert das mexikanische Kieselholz »tendre à caillou«. Engler-Pr. (21).

C. bicolor Benth. Argentinien. »Niñoarzoté«, »Chicote de niño«. Liefert sehr hartes, schweres Holz.

Lysiloma sabicu Benth. Kuba. Liefert das dunkelbraune, sehr politurfähige, außerordentlich dauerhafte Sabiouholz zu Möbeln und Schiffsbestandteilen. Engler-Pr. (21), Semler (12).

L. latisiliqua Benth. Florida, Bahamas-Inseln. »Wild tamarind.« Liefert vorzügliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Acacia dodonaeifolia Willd. Südaustralien. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

A. mollissima Willd. Australien. Liefert Nutzholz und Tannin. Byl v. d. (485).

A. pycnantha Benth. Viktoria, Südaustralien. »Golden wattle«, »Green wattle«. Liefert Holz zu Drechslerarbeiten. Engler-Pr. (21).

A. homalophylla A. Cunn. Siehe Veilchenholz.

A. harpophylla F. v. M. Queensland, Neu-Südwales. »Brigalow.« Das im Kerne purpurbraune, außerordentlich harte, schwere, doch elastische Holz dient in der Drechslerei und Kunsttischlerei, liefert Galanteriewaren. Stone (6).

A. melanoxylon R. Rr. Südost-Australien; in Indien naturalisiert. Liefert das dunkelbraune, leicht zu bearbeitende, australische »Blackwood« zu feinen Möbeln und Furnieren, auch zum Wagenbau sowie zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte, eins der wertvollsten Nutzhölzer Australiens. Engler-Pr. (21), Semler (12), Watt (260), Stone (6).

A. excelsa Benth. Ostaustralien. »Ironwood.« Liefert eine Art »Rosenholz« Engler-Pr. (21), das auch zu den »Eisenhölzern« gezählt wird. G. A. Blits (24), F. v. Mueller (170).

A. koa Gray. Sandwichinseln. Liefert ausgezeichnetes, »Koa« genanntes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Blits (24), F. v. Mueller (170).

A. aneura F. v. Muell. Außertropisches Zentral- und Südaustralien. »Myall«,

»Mulga«. Das sehr harte, schwarzbraune Holz dient zu Waffen und Bumerangs der Eingeborenen. Engler-Pr. (21), F. v. Mueller (170).

A. acuminata Benth. Westaustralien. »Raspberry jam wood.« Das harte, dunkel- bis purpurbraune, schwarzgestreifte Holz ist in seiner Heimat sehr geschätzt, liefert dort die beste Kohle, duftet nach Himbeeren. Semler (12), F. v. Mueller (170), Stone (6).

A. decurrens Benth. Südost-Australien und Tasmanien. »Tan-Golden-Green-Wattle«, »Black wattle«. Das Holz dient zu Böttcher- und Drechslerwaren. Semler (12), F. v. Mueller (170), Stone (6).

A. dealbata Lk. Australien. »Silver wattle.« Liefert vorzügliches Nutzholz. Engler-Pr. (21), Watt (260).

A. stenophylla A. Cunn. Inneres Australien. »Ironwood«, »Dalby Myall«. Liefert »Eisenholz«, das gleich dem von *A. homalophylla* verwandt wird. G. A. Blits (24), F. v. Mueller (170).

A. ferruginea D. C. Vorderindien. »Khaiger«, »Khogra«. Liefert Eisenholz. J. G. Blits (24), Watt (260).

A. planifrons W. et A. Westliches Vorderindien. »Umbrella thorn«, »Jali Salei«. Liefert Nutzholz vornehmlich zu Ackergeräten. Watt (260).

A. modesta Wall. Himalaja, Panjab. »Paloz«, »Phulai«. Das schöne, im dunkelbraunen Kerne schwarz gestreifte, sehr harte, feste und dauerhafte Holz dient zur Herstellung von Rädern, Zuckerrohrpressen, Ackergeräten u. dgl. Watt (260).

A. catechu Willd. Tropisches Asien und Afrika. »Khair«, »Sha«. In Usambara »Mgenda« oder »Mgunga«. Das im Splinte gelbweiße, im Kerne rötliche, sehr harte und dauerhafte Holz wird in Indien hoch geschätzt. Engler (50), Watt (260).

A. arabica Willd. Tropisches Asien und Afrika. »Kikar«, »Babul«. Liefert vorzügliches, sehr dauerhaftes, vielfach verwandtes, in seiner Heimat »Sunt« genanntes Nutzholz. Engler-Pr. (21), F. v. Mueller (170).

A. heterophylla Willd. Mauritius Bourbon. Das Holz wird beim Schiffsbau verwendet. Engler-Pr. (21).

A. giraffae Willd. Südafrika. »Kamel-Thorn«, »Omumbonde«. Liefert sehr hartes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

A. Holstii Taub. Ostafrika. In Usambara »Kagunga nischwa«. Liefert vorzügliches, auf grünlich grauem Grunde hellgelb geflecktes und dunkler gezontes Nutzholz von ganz außergewöhnlicher Härte und Schwere. Engler (50).

A. Borsigii Harms. Ostafrika. »Mkambala«. Liefert zu allen Bauzwecken gut verwendbares Holz mit dunkelgelbem bis fast schwarzem, sehr hartem Kern. Engler u. Harms (302).

A. Perotii Warb. Ostafrika. Das Holz ähnelt im Kerne dem Guajakholz, ist aber weniger harzreich (303).

A. usambarensis Taub. Ostafrika. In Usambara »Mtuzi« oder »Mzuzu«. Liefert vorzügliches, auf hellgelbem Grunde dunkler getüpfeltes Nutzholz. Engler (50).

A. cavenia Hook. et Arn. Extratropisches Südamerika. »Espino« der Chilenen. Liefert sehr hartes, auch im Boden dauerhaftes Holz. Engler-Pr. (21). F. v. Mueller (170).

A. Farnesiana Willd. Südamerika. »Cassie«, «Aromo», »Bonni«. In den wärmeren Ländern aller Weltteile angepflanzt. Liefert »Eisenholz«. G. A. Blits (24).

A. verek Guill. et Perrott. Tropisches Afrika. Der schwarze, ebenholzartige Kern ist eisenhart, soll von Bohrkäfern nicht angegangen werden, wohl aber der Splint. Das Holz wird bei der Möbeltischlerei und Drechslerei verarbeitet.

Tetrapleura Thoningii Benth. Siehe Kòmbolo-Holz.

Adenanthera pavonina L. Tropisches Asien; in den Tropenländern Afrikas und Amerikas eingeführt. »Korallenholz«, »Red wood« in Indien. Das schön gezeichnete, im Kerne rote, harte, feste und dauerhafte Holz, »Condori-Holz« (siehe dieses) dient zum Hausbau und in der Kunsttischlerei, angeblich auch als Surrogat für Sandelholz. Watt (260).

Stryphnodendron guianense Benth. Guayana. »Hoobooballi.« Das schöne bräunlichweiße, konzentrisch braun bis schwärzlich gestreifte, sehr harte, ziemlich feinfaserige, glänzende Holz dient der Kunsttischlerei, verträgt auch die Berührung mit Wasser sehr gut, überdauert

als Bootboden fast jedes andere Holz. Stone (6).

Dichrostachys cinera W. et A. Vorderindien. »Kunlai«, »Sigamkati«. Das im Kerne rote, außerordentlich harte Holz ist zu Spazierstöcken und Zeltpflöcken sehr geschätzt. Watt (260).

D. nutans Benth. Im ganzen tropischen Afrika, auch in Ostafrika sehr häufig. Liefert eines der schönsten Nutzhölzer Ostafrikas, von intensiv gelber, im Kerne brauner Färbung und zierlicher Zeichnung. Engler (50).

Prosopis spicigera L. Westliches Vorderindien, Persien. Das im Kerne purpurbraune, ausnehmend harte, aber wenig dauerhafte Holz wird beim Haus- und Wagenbau, sowie zu Möbeln und Ackergeräten verwandt, auch als Brennholz benutzt. Watt (260).

P. alba Griseb. Tropisches und subtropisches Amerika. »Algarrobe blanco. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

P. juliflora D. C. Südöstlicher Teil der Vereinigten Staaten, nördliches Mexiko. »Mesquitbaum«, »Mesquit«, »Tacoyana«. Das dunkelbraune bis rote, sehr harte und schwere Kernholz dient bei Hausbauten, zu Radfelgen und Drechslerarbeiten, auch zu Möbeln, sowie zur Pflasterung. Semler (12), Mayr (62).

P. panta Hieron. Tropisches und subtropisches Amerika. »Algarobilla«, »Cama tala«.

P. nigra Hieron. »Algarrobo negro.« Engler-Pr. (21).

} Liefern wertvolles Nutzholz. Engler-Pr. (21).

P. oblonga Benth. Tropisches Westafrika. »akäba«, »kaki«, »Pangi«. Holz weinrot bis dunkelrot, regelmäßig hell gestrichelt, sehr dicht und hart, termitenfest, gut zu polieren, eins der besten Nutzhölzer Togos, dauerhaft auch in feuchter Luft und unter Wasser, zum Schiffbau, für den Stellmacher und Tischler ebenso geeignet wie zur Straßenpflasterung. Harms (20), Volkens (54).

Xylia xylocarpa Taub. (*X. dolabriformis* Benth.). Tropisches Asien. »Iron-wood tree.« »Pyingado« auf Malakka, »Jambea« in Bombay, »Acle« auf den Philippinen. Liefert das schön gezeichnete, rotbraune, sehr harte, im frischen Zustande aus den Gefäßen eine klebrige Substanz ausscheidende, von Termiten nicht angegangene, zu den »Eisenhölzern« gezählte Pyengaduholz als vorzügliches Material zum Schiff- und Häuserbau, auch zu Ackergeräten, Werkzeugschäften, Telegraphenstangen und Bahnschwellen. Semler (12), Watt (260).

Piptadenia cebil Griseb. Brasilien, Südamerika. »Curupay«, »jaspeada«. Liefert festes, nach Argentinien exportiertes Nutzholz für Stellmacher und Drechsler, auch für Bauzwecke. Spez. Gew. 0,951. Endlich (269).

P. rigida Benth. Brasilien. »Angico«, »Queen wood«, »Angica vermelho«. Holz rötlichbraun bis dunkelbraun, schwärzlich gestreift, äußerst hart, feinfaserig, dicht, findet in der Kunsttischlerei und Drechslerei Verwendung, erinnert an manche Rosenhölzer und das kubanische Sabicuholz (unsicherer Herkunft). Stone (6). Das »Angicoholz« wird übrigens auch von *Enterolobium ellipticum* Benth. abgeleitet.

P. Hildebrandtii Vatke. Ostafrika, in Usambara »Mkame.« Liefert ein wichtiges, im Splinte hellgelbes, im Kerne dunkelrotes und ungewöhnlich hartes Nutzholz. Engler (50).

P. Kerstingii Harms. Westafrika. »Kupanssulo«, »Kapaussuto«. Liefert wertvolles Holz. Volkens (54).

P. africana Hook fil. Siehe Erunduholz.

Fillaeopsis discophora Harms. Westafrika (Kamerun). Vielleicht eine Stammpflanze des Bongóngi-Holzes. Siehe dieses.

Parkia africana R. Br. Tropisches Afrika. »Ssuto«, »Ubgori«, »Afiti«, »Locust wood« der Sierra Leone. Holz gelblich, ohne dunkeln Kern, hart, schwer, als »Cainda wood« im Handel. Volkens (54).

P. timoriana (D. C.) Merr. Philippinen. »Cupang«, »Butarik«. Starker Splint, Kernholz hellbraun. Das leichte und temporäre Holz wird für Packkisten, Schuhsohlen und Zündhölzer verwandt.

Pentaclethra macrophylla Benth. Kòmboloholz.

b) Caesalpinioideae.

Erytophloeum guineense Don. Tropisches Afrika. »Red water tree«, »Tsa«,

»Etzà«, »Kasa«, »Sasswood«, »muavi«, »Teli«. (Kongo-Museum.) Holz anfangs weiß, dann braunrötlich, hart, schwer zu bearbeiten, aber unverwüstlich, termitenfest, zum Haus-, Brücken- und Schiffbau sehr geeignet, ebenso zur Herstellung von Lafetten, eines der besten Furnierhölzer des tropischen Afrika, käme für den Export mit an erster Stelle in Betracht. »Tropenpflanzer« (308), Gilg (11), Harms (20), Volkens (54).

Dimorphandra excelsa (Schomb.) Baill. Guayana und Trinidad. Liefert kostbares, tiefbraunes oder rötlichbraunes, sehr hartes und dauerhaftes Nutz- und Schiffbauholz. »Mora.« Engler-Pr. (21), Stone (6).

Cynometra ramiflora L. Vorderindien. »Shingra«, »Myinkaben«. Das rote, harte Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Stahlia maritima Bello. Auf Puerto-Rico »Cobano«, »Polisandro«. Das feste Holz ist zur Anfertigung von Hausgerät sehr geschätzt. Engler-Pr. (21).

Hardwickia binata Roxb. Vorderindien. Das im Kern dunkelrote, sehr harte Holz, eines der schönsten und härtesten Indiens, ist außerordentlich dauerhaft, dient beim Haus- und Brückenbau und zu Kunsttischlerarbeiten. Watt (260).

Oxystigma Mannii Harms. Siehe Bosipiholz.

Copaifera bracteata Benth. Siehe Amarantholz.

C. mopane Kirk. Afrika. Liefert vortreffliches Nutzholz mit weißem Splint und tiefbraunem Kern. Engler (50).

C. Langsdorfii Desf. Brasilien. »Copahyba«, »Oleo de Copahuva«. Das weißliche feste und dauerhafte Holz ist zu Bauten sehr geschätzt. Th. Peckolt (286).

C. copallifera Benn. Westafrika. »Kobotree.« Liefert wohlriechendes Holz. Engler-Pr. (21).

Sindora cochinchinensis Baill. Cochin china. »Cay-go.« Liefert ungemein hartes, schwarzes, sehr geschätztes Holz. Engler-Pr. (21).

S. Wallichii Benth. Philippinen. »Supa«, »manapo«, »yacal dilao«. Splintholz rahmfarben oder fleischfarben. Kernholz in frischem Zustande gelb, an der Luft gelblichbraun. Das Holz wird zu Hausbauten, Innenausstattungen, Brückenbauten, Schiffsbau u. dgl. verwandt.

Hymenoea courbaril L. Tropisches Amerika. »Lokustbaum«, »Quapinole«, »Jutahy«, »Jatahy«, »Jatoba«. Liefert das braune bis rote, harte, schwere Courbarilholz. Engler-Pr. (21), Stone (6).

Didelotia africana (Baill.) Pierre. Gabun, »Westafrikanisches Rosenholz«, »Nkewa«, »Owang«. Holz rotbraun mit hübscher Zeichnung, Splint ziemlich stark, rötlichweiß. Das Holz wird zuweilen unter der Bezeichnung »Rosenholz«, »Bois de rose« exportiert und wird seiner hübschen Farbe und leichten Bearbeitbarkeit wegen für die Möbeltischlerei, zu Bauzwecken und Inneneinrichtungen verwandt.

Peltogyne confertiflora Benth. Tropisches Brasilien. »Guarabù«, »Pao roxo«. Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Theodora Fischeri Taub. Sansibarküste, Usambara. »Muandwe.« Liefert vortreffliches Nutzholz. Engler (50).

Th. speciosa (Jacq.) *Taub. var. tamarindifolia.* (Afz.) Haw. Tropisches Afrika. Liefert Werkholz. Engler-Pr. III (21).

Tamarindus indica L. Tropisches Afrika, in allen Tropenländern angepflanzt. »Tamarind«, »Magyi«, »Chita«. Liefert hochgeschätztes, gelbliches, oft rotgestreiftes, hartes, sehr dauerhaftes, von Insekten nicht angegangenes Werk- und Drechslerholz, auch gute Pulverkohle. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Afzelia bijuga A. Gray. Siehe Afzeliaholz.

A. africana Szn. Westafrika. »Papao« (Togo), »Apa«, »Olokokima«, »Welu«. Liefert mahagoniähnliches, ungemein festes, von Termiten nicht angegangenes Bau- und Tischlerholz, aus dem auch Mörser zum Yamsstampfen gefertigt werden. »Tropenpflanzer« (308), Volkens (54).

Intsia bijuga Ktze. Neuguinea Polynesien. »Neu-Guineaholz«, »Pynkado«, »Ipil«. Lebhaft gelbbraunes bis rötlichbraunes Holz, findet Verwendung zum Brücken- und Schiffsbau, Telegraphenstangen sowie zur Möbeltischlerei.

Pahudia javanica Miq. Sunda-Archipel. Liefert gutes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Daniellia Klainei Pierre. Gabun. »Olingué«, »Bissé«. Das gelblichweiße Holz mit

starkem, kastanienbraun gestreiftem Kern eignet sich für Bauzwecke und Möbeltischlerei.

Eperua falcata Aubl. Guayana. Brasilien. »Baiñha de Espada.« Liefert das als Nutzholz geschätzte, harte, im Kern purpurrote »Wallabaholz«. Engler-Pr. (21), Stone (6).

Berlinia Eminii Taub. Tropisches Afrika. Liefert Nutzholz. Notizbl. (303, 1).

B. spec. aff. angolensis Welw. Ostafrika. »Mukwe.« Liefert eichenähnliches Möbelholz. Mismahl (301).

Cercis siliquassum L. Siehe Holz des Judasbaumes.

C. canadensis L. Östliches Nordamerika. »Redbud«, »Judas tree«, »Salad tree«. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Bauhinia tomentosa L. China, malaiischer Archipel, Indien, Ceylon, tropisches Afrika, Kapland. Das weiße, feste Holz wird zu Handgriffen und Scheiden für Waffen usw. verwandt. Engler-Pr. (21).

B. acuminata L. Indien, China. »Kachmar«, »Mahahlegabyu«. Liefert das schöne, dauerhafte »Berg-Ebenholz«. Engler-Pr. (21).

B. purpurea L. Indien, Ceylon, Java. »Kolar«, »Kwillar«, »Sarul«. Liefert mäßig hartes Bau- und Werkholz. Watt (260), Engler-Pr. (21).

B. variegata L. Vorder- und Hinterindien. China. »Kachnar«, »Mandari«. Das graue, mäßig harte Holz dient zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Dialium indum L. Java. Liefert hartes Nutzholz, vornehmlich zum Mühlenbau. Engler-Pr. (21).

D. guinense Willd. Westafrika. »Solom« in Senegambien. »Black Tumbler«, »Mamboi«, »Pulleywood«. Liefert festes, dauerhaftes Nutzholz zum Bootbau. Engler-Pr. (21).

D. (Aff. D. connaroides Harms.). Gabun. »Kindzou«, »Eyoum«. Holz rotbraun, mit hübscher Musterung. Kernholz braunrosa, mit dunkleren und helleren Adern; Splint ziemlich stark, gelblichweiß. Das mahagoniähnliche, aber festere und dichtere Holz dürfte als Mahagoniersatz in Frage kommen.

Koompassia malaccensis Maing. Malakka, malaiischer Archipel. In Singapore »Kumpas«. Liefert äußerst hartes Holz. Engler-Pr. (21).

Distemonanthus Benthamianus Baill. Tropisches Westafrika. »Ogamignia«, »Bosong«, »Okpé«. Liefert hell gelbliches oder bräunliches, dichtes, sehr hartes, vorzügliches Bauholz. Harms (20), Jentsch (10), Volkens (54).

Cassia fistula L. Tropisches Asien, in Afrika und Amerika kultiviert. »Röhren-Cassia«, »Kanier«, »Purging Cassia«, »Indian Laburnum« der Engländer. Liefert vortreffliches Werkholz von großer Härte und Dauer mit breitem Splint und gelb- bis ziegelrotem Kern. Das Holz unterscheidet sich von dem sonst ähnlichen der Ougeinia dalbergioides Benth. durch die Anordnung des Parenchyms in ununterbrochene, gürtelförmige Zonen, während jenes bei dem letztgenannten voneinander getrennte Gruppen bildet. Watt (260).

C. javanica L. Java, Philippinen. »Cana fistula«, »balayong«. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

C. siamea Lam. Vorderindien, malaiisch. Archipel, in Amerika eingeführt. »Mézali«, »Siburuk«, »wa«. Liefert sehr hartes und dauerhaftes, im Splint weißliches, im Kern dunkelbraunes oder fast schwarzes Werkholz. Watt (260).

C. timorensis D. C. Vom trop. Australien bis Ceylon. »Anemene«, »Taung mezali«. Das dem vorigen ähnliche Holz dient zu Bauzwecken und Möbeln. Watt (260).

Dicorynia paraensis Benth. Amazonasgebiet. »Angelique«, »Basra Locus«. Liefert das rötlichbraune, mäßig harte, angeblich im Wasser sehr dauerhafte, vorzugsweise beim Schiffbau verwendete Angeliqueholz. Semler (12).

Gleditschia amorphoides (Griseb.) Taub. Subtropisches Argentinien. »Coronillo«, »Espina de corono Cristi« und »Espinillo amarillo«, »Quillay«. Das Holz ist zur Anfertigung von Hausgerät und Stiefelsohlen geschätzt. Engler-Pr. (21).

G. triacanthos L. Nordamerika. »Honey locust«, »Sweet locust«, »Thorny locust«, »Carouze à miel«. Das Holz wird wenig verarbeitet. am häufigsten noch zu Radnaben und bei einfachen Bauten. Roth (68).

Gl. brachycarpa Pursh. Amerika.
Gl. monosperma Walt. Desgleichen.
Gl. sinensis Lam. China.
Gl. macracantha Desf. China.
Gl. heterophylla Bge. China.
Gl. caspica Desf. Nordpersien u. andere Arten.
Liefern vielfach verwendetes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Gymnocladus canadensis Lam. (*G. dioeca.* Baill.) Schusserbaum. Nordamerika. »Coffee tree.« Das Holz dient in beschränktem Maße zu Kunsttischlerarbeiten. Roth (68).

G. chinensis Baill. Mittleres China. »Fei-tsao-tou«, »Soap tree«. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Acrocarpus fraxinifolius Wright. Sikkim, Nil-Girigebirge, »Red cedar«, »Pink cedar«, der Teepflanzer. Liefert im Kern rotes Holz zu Bauzwecken, Möbeln, Teekisten. Watt (260).

Moldenhauera floribunda Schrad. Brasilien. »Grossahy«, »Gorocahy«. Das Holz wird zum Schiffsbau, für äußere Arbeiten, Brückenbau u. dgl. verwendet.

Parkinsonia afrikana Sond. Kapland. »Wilde Limoenhout.« Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Haematoxylon campecheanum L. Siehe Blauholz.

Caesalpinia echinata Lam. Siehe Fernambukholz.

C. sappan L. Siehe Sappanholz.

C. crista L.
C. bijuga Sw.
C. bicolor C. H. Wright.
C. brasiliensis Sw.
Siehe westindisches Rotholz.

C. tinctoria (H. B. K.) Benth. (*Coulteria tinctoria* Kunth.). Siehe Coulteria-Rotholz.

C. ferrea Mart. Brasilien. Liefert »Eisenholz«. (»Ymirá-itá.«) Engler-Pr. (21) Semler (12).

C. spec. Bahama-Inseln. Liefert »Horseflesh-Mahagoni«. Busch (27).

Peltophorum dubium. (Spreng.) Taub. Brasilien. Liefert geschätztes Möbelholz. Engler-Pr. (21).

Melanoxylon braúna Schott. Brasilien (Rio de Janeiro und Minas Geraës). »Baraúna«, »Braúna«, »Garaúna«. Liefert eins der vorzüglichsten Nutzhölzer Brasiliens. Engler-Pr. (21).

Diptychandra epunctata Tul. Brasilien. Liefert gutes Bauholz und das beste Heizmaterial für Flußdampfer. Endlich (269).

Holocalyx balansae Mich. Paraguay, »Argentinien. »Ibirá pépé.« Liefert außerordentlich hartes Holz (spez. Gew. 0,910) für Pfeilspitzen und Drechslerwaren, auch gute Holzkohle. Endlich (269).

Swartzia tomentosa D. C. *(Robinia panacocco* Aubl.) Siehe Pferdefleischholz.

Sw. madagascariensis Desv. Tropisches Afrika. »Subando.« Das dichte und feine faserige, sehr feste, harte, termitensichere Holz ist wegen seines feinen Kerns und wegen seiner Polierfähigkeit in der Kunsttischlerei verwendbar.

c) Papilionatae.

Myrocarpus fastigiatus Allem. Brasilien. »Cabréwa«, »Ici«, »Oleo parto«. Liefert dunkelrotes, hartes, unverwüstliches, aber schwer zu bearbeitendes Bau- und Werkholz. Endlich (269).

M. frondosus F. Allem. Brasilien. »Oleo pardo«, »Balsamo«. Das geradfaserige feine Holz mit hübscher Zeichnung im Querschnitt wird äußerst geschätzt für feinste Tischlerei, Luxusartikel, Drechslerwaren und eignet sich beim Wagenbau und Schiffsbau.

Bodwichia virgilioides H. B. K. Venezuela bis Minas Geraës. »Sebipira-guaçu«, »Mirim«. Liefert schweres, sehr dauerhaftes Nutzholz. Engler-Pr. III (21).

Ormosia coccinea Jacks. Brasilien, Guayana. Liefert ein geschätztes Nutzholz »Petit panacoco de Cayenne«. Engler-Pr. (21).

Afrormosia laxiflora (Benth.) Harms. Westliches tropisches Afrika. »Duakobin«, »Satin wood«. Das Holz ist hellbraun mit fast schwarzem Kern, sehr hart, termitensicher und schwer zu bearbeiten. Es erzielt ausgezeichnetes Material für Kunsttischlerei und Drechslerarbeiten.

Castanospermum australe A. Cunn. et Fraser. Subtropisches Australien. »Australische Kastanie«, »Black bean« (of N. S. Wales). Das hübsche, im Splint gelbe,

im Kern dunkelbraune bis fast schwarze sehr harte Holz ist vom Kunsttischler und Drechsler sehr geschätzt. Stone (6).

Sophora japonica L. Japan. »Yenyu«, »En-shu«. Das schöne harte Holz dient zur Herstellung von Möbeln und zur inneren Ausstattung der Häuser, sowie zu Werkzeugheften. Exner (271), Kawai (1).

S. tetraptera J. Mill. Neuseeland. »Kowhai.« Das hellfarbige, sehr harte und zähe, doch gut zu bearbeitende Holz wurde als Ersatz für »*Lignum vitae*«, (»*Guajacum off.*«) empfohlen. Stone (6).

Gourliea decorticans Gill. Argentinien. »Chañar«, »Chañar breda«. Das harte Holz liefert Werkzeugstiele. Engler-Pr. (21).

Cladrastis amurensis Benth. Mandschurei, Japan. »Asiatisches Gelbholz«, »Inuenju«. Das schöne, schwärzlich-braune, harte Holz dient zu Möbeln, zur inneren Ausstattung der Wohnräume und in der Drechslerei. Kawai (1).

Virgilia capensis Lam. Kapland. »Wilde Keureboom.« Liefert gutes Bauholz. Engler-Pr. (21).

Baphia nitida Afzel. Siehe Camwood.

B. Kirkii Bak. Vorm. Deutsch-Ostafrika, Sansibar. Liefert ein festes, wertvolles Holz.

Laburnum vulgare Griseb. (*Cytisus laburnum* L.) Siehe Holz des Goldregens.

Millettia pendula Benth. Vorderindien. »Thinwin.« Das dunkel gefärbte, schön gezeichnete, dichte und harte Holz dient hauptsächlich zur Anfertigung von Eggen, ist auch zu feineren Arbeiten geeignet. Watt (260).

M. versicolor Welw. Angola. »Bobata.« Liefert »Eisenholz«.

M. Laurentii aut. Äquator, Afrika (Kongoland). »Kundu Baenge«, »Wenge«. Das schokoladenbraune, schön wellig gezeichnete Holz liefert eine Art Palisander.

M. spec. Vielleicht eine Stammpflanze des Bongóngi-Holzes.

Schefflerodendron usambarense Harms. Vorm. Deutsch-Ostafrika. »Usambara Buchsholz«. Das Holz besitzt außergewöhnliche Härte und feine Struktur und ist erstklassig zu Einlegearbeiten für Möbel, zur Herstellung musikalischer und wissenschaftlicher Instrumente.

Robinia pseudacacia L. Siehe Holz des Schotendorns.

Willardia mexicana (Wats) Rose. Westliches Mexiko. »Nesko«, »Polo piojo«. Das Holz wird beim Bergbau verwendet. Engler-Pr. (21).

Olneya tesota A. Gray. Neu-Mexiko. »Sonora Ironwood«, »Palo de Hierro«. Liefert »Eisenholz«. Semler (12).

Diphysa floribunda Peyr.
D. racemosa Rose. Mexiko. Liefern sehr hartes Holz von widerlichem Geruch. Engler-Pr. (21).

Sesbania aegyptiaca Pers. Tropenländer der alten Welt, auch nach Amerika verschleppt. »Jaint«, »Je-tha-gyi«. Das sehr leichte, hellgraue Holz liefert vorzügliche Kohle zu Schießpulver. Engler (50).

S. punctata D. C. Westafrika. Engler (50).

Brya ebenus D. C. Jamaika, Kuba, Westindisches oder Cuba-Grenadillenholz, »Granadillo«, »Billy Web«. Liefert das Amerikanische Ebenholz. Engler-Pr. (21).

Aeschynomene elaphroxylon (Guill. et Perr.) Taub. Tropisches Afrika. »Ambatsch.« Das leichte, schwammige Holz dient zur Anfertigung von Flößen. Engler-Pr. (21). Siehe auch Korkhölzer.

A. aspera L. Tropisches Asien und Afrika. »Sola.« Das Holz findet steigende Verwendung zu Tropenhelmen. Achart (310).

Ougeinia dalbergioides Benth. Nördliches Vorderindien. »Sannan«, »Tinnus«, »Rita«. Das im Kerne hell- bis rötlichbraune, harte, zähe, dauerhafte, sehr politurfähige Holz dient zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte, von Wagendeichseln und Rädern, auch zu Möbeln und Bauzwecken. Watt (260).

Dalbergia latifolia Roxb. Vorderindien. Liefert das schwarze Botanyholz oder »Indisches Rosenholz« (»Black wood«, »Rose wood of Southern India«), mit schmalem, hellem Splint und dunkel purpurfarbigem, schwarz gestreiftem und abwechselnd heller und dunkler gezontem, außerordentlich hartem Kern. Eines der wertvollsten Werk- und Möbelhölzer Indiens, sehr politurfähig und zu den feinsten Arbeiten geeignet. Watt (260), Engler-Pr. (21), Tropenpflanzer (216, 3), Stone (6).

D. sissoa Roxb. Vorderindien. »Sissoo.« Liefert dem vorigen ähnliches, unübertroffen dauerhaftes, wegen seiner Festigkeit und Elastizität hochgeschätztes Holz, das in ausgedehntem Maße namentlich beim Schiffsbau und zu Möbeln verarbeitet wird. Watt (260), Engler-Pr. (21).

D. cultrata Grah. Burma. »Yindaik«, «Black wood«. Liefert ebenholzartiges, oft rotgestreiftes ausnehmend hartes Nutzholz, auch zu Schnitzarbeiten. Watt (260).

D. Cumingiana Benth. Malaiischer Archipel. Dient in seiner Heimat angeblich zu Räucherungen. Boorsma (284).

D. nigra Allem. Brasilien. »Caviuna«, »Jacarandá«. Nach Allemao Stammpflanze des Palisanderholzes (siehe dieses), das nach anderen aber von Machaerium- oder von Jacaranda-Arten geliefert werden soll. Engler-Pr. (21), Endlich (269), Stone (6).

D. melanoxylon Guill. et Perr. Tropisches Afrika. Siehe Senegal-Ebenholz (»Ebène du Sénégal«) und Afrikanisches Grenadilleholz. [Nach Stone (6) stammen auch das Honduras sowie das Nicaragua-Rosenholz (Zentral- und Südamerika), sowie das »Purple ebony« (Ceylon) von Dalbergiaarten ab.]

D. sissoo Roxb. Subhimalajisches Gebiet. Splint schmal, weiß, Kernholz braun, zuweilen mit goldenen und dunkleren braunen Streifen. Das Holz ist wegen seiner Festigkeit und Elastizität hochgeschätzt und wird hauptsächlich zu Möbel- und Wagenbau verwendet.

Machaerium scleroxylon Tu. Brasilien. »Pao Ferro.«
M. firmum Benth. Trop. Südamerika. »Jacaranda roxa.«
M. legale Benth. Brasilien. »Jacaranda preto.«
Liefern vorzügliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

M. Schomburgkii Benth. Guayana. Wird auch als Stammpflanze des Letternoder Tigerholzes (»bois de lettre«, »Tiger wood«) angeführt. Engler-Pr. (21). Machaeriumarten sollen auch Palisanderholz liefern. Engler-Pr. (21).

Centrolobium robustum Mart. Brasilien. »Araribá«, »Araroba« Liefert das als Nutzholz vortreffliche »Zebraholz«. Engler-Pr. (21).

Pterocarpus santalinus L. fil. Siehe Ostindisches Sandel- oder Santelholz (Caliaturholz). Whitehead, T. (477).

Pt. marsupium Roxb. Vorderindien. »Bija-Sal«, »Honne«, »Bibla«. Das braune, dunkler gestreifte, sehr harte, dauerhafte und gut politurfähige Holz dient zu Fensterrahmen, Pfosten, Möbeln, Ackergeräten, beim Wagen- und Bootbau, liefert auch Bahnschwellen. Watt (260), Rodger, A. (489).

Pt. indicus Willd. Südl. Indien, Sundainseln, Philippinen, Südchina. »Angsanabaum«, »Manila paduk«, »Narra«, »Cibicibi«. Das im Kerne prächtig rote Holz, von mäßiger Härte und leicht aromatischem Duft, dauerhaft, von den Termiten nicht angegangen, leicht zu bearbeiten und sehr politurfähig, wird vornehmlich zu Möbeln verarbeitet und beim Wagenbau verwendet. Watt (260), Engler-Pr. (21), Culbertson (311), Osmaston (312). Tropenpflanzer (216, 3). Auch als »Tenasserim-Mahagoni« im Handel. Busch (27).

Pt. macrocarpus Kurz. Burma. Liefert schönes, hartes Nutzholz, »Padouk« im engeren Sinne, »Burma padouk«. Das Holz der Wurzeln und Stammknoten gleicht dunklem Mahagoni, wird zu Beteldosen verwendet. Culbertson (311), Engler-Pr. (21, 6).

Pt. dalbergioides Roxb. Andamanen. »Andamanen Padouk.« Liefert das gleich dem vorgenannten in rötlichen, wie in bräunlichen und gebllichen Farbtönen vorkommende Andamanen-Rotholz (Andaman Red wood) oder »Andaman padouk«, wohl auch »Korallenholz«. Engler-Pr. (21, 6).

Pt. erinaceus Poir. Tropisches Afrika. »Doti« (Togo). Liefert das sehr feste, elastische, im Splint weiße, im Kern rotbraune, termitensichere afrikanische Rosenholz (»African rosewood«, »Santal rouge d'Afrique«), wegen seiner Eignung zum Schiffsbau auch als Afrikanisches Teakholz bezeichnet. Engler (50), Holland (424). — Tropenpflanzer (308).

Pt. santalinoides L'Hér. Siehe afrikanisches Sandel- oder Santelholz (Barwood).

Pt. chrysotrix Taub. Tropisches Afrika. »Mkurungu.« Holz mit weißem, von Bohrkäfern nicht angegangenem Splint und rotem, eisenhartem, termitenfestem Kern besonders zu Dachsparren geeignet. v. Trotha (309).

Pt. Soyauxii Taub. Subtrop. Afrika. »Muenge«, »Arakpa«, »Ndimbo«. Holz blutrot, sehr dicht, mittelschwer, das beste Material für Kanus, auch zu Möbeln geeignet. Gilg (11), Harms (20 mit Abbildung), Holland (424).

Platymiscium Vog. Mehrere der sämtlich im tropischen Amerika heimischen Arten geben hartes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Lonchocarpus laxiflorus G. et P. Trop. Afrika. Liefert sehr dauerhaftes, geschätztes Nutzholz. Engler (50).

L. nitidus Vog. Argentinien. »Ybirá-itámoroti«, »Rabo macao«. Liefert ein rosenrotes, sehr hartes Holz.

Galedupa pinnata. (L.) Taub. (Pongamia glabra Vent.). Trop. Asien und Australien. »Papar«, »Hongé«, »Tinwin«. Liefert weißes, an der Luft gelb werdendes, mäßig hartes, zähes Nutzholz. Watt (260).

Deguelia robusta (Benth.) Taub. (Derris rob. Bth.). Vorderindien. Liefert lichtbraunes hartes Holz zu Teekisten. Watt (260).

Andira inermis H. B. K. Brasilien bzw. tropisches Amerika. »Bastard cabbage«, »Bark of Angelim«. Soll das Rebhuhn- oder Partridge-Holz liefern. (Siehe dieses.)

Coumarouna odorata Aubl. Nordbrasilien. »Kumara«, »Sarrapia«, »Bois de Coumarou«.
C. oppositifolia (Aubl.) Taub. Nordbrasilien und Guayana.
Liefern das wohlriechende Coumarouna- oder Gaiacholz. Engler-Pr. (21).

Neobaronia xylophylloides (Bak.) Taub. Madagaskar. »Harahara.«
N. xiphoclada. Bak. Madagaskar.
Liefern sehr hartes, geschätztes Holz. Engler-Pr. (21).

Inocarpus edulis Aubl. Guayana. »Bocco- oder Coco-Holz«, »Eta balli«. Mit isabellgelbem Splint und braunschwarzem bis tiefschwarzem unregelmäßig begrenztem Kern, wird das Holz zu Möbeln, Kunsttischlerei und Drechslerarbeiten verwandt.

Bocoa prouacensis Aubl. (*Inocarpus Forst. spec.*?) Guayana. Eine zweifelhafte Art, von der das Bocoholz abgeleitet wird. Siehe dieses.

Erythrina suberosa Roxb. Himalaja Das weiße, sehr weiche, aber zähe Holz dient zur Herstellung von Siebrahmen, Messerscheiden, Dielen. Watt (260).

Er. indica Lam. Vorderindien bis Australien. »Pangra«, »Palte Madar«, »Dapdap«. Das leichte, angeblich dauerhafte, gut zu lackierende Holz wird zu Schachteln, Messerscheiden und Spielwaren verarbeitet. Watt (260).

Er. corallodendron L. Trop. Amerika. Liefert das weiche, korkartige »Korallenholz«, »Bucare«, »Arbol madre« der Mexikaner, zu Pfropfen, leichten Leitern u. dgl. Engler-Pr. (21).

Er. abyssinica Lam. (*Er. tomentosa* R. Br.). Im ganzen tropischen Afrika. Das sehr leichte und weiche, »schwammige« Holz kann (nach Schimper) wie Kork benutzt werden, dient auch zur Herstellung von Milchgefäßen. Engler (50).

Butea frondosa Roxb. Indien, malaischer Archipel. »Plossobaum«, »Dhak«, »Khakda«, »Pauk«. Liefert vortreffliche Holzkohle. Tropenpflanzer (216, 3).

Amburana Claudii Schwacke et Taub. Brasilien (Minas Geraës). Liefert vortreffliches, sehr gesuchtes Werkholz mit Kumaringeruch. Engler-Pr. (21).

35. Oxalidaceae.

Averrhoa carambola L. Ostindien? In den Tropenländern kultiviert. Das hellrote, harte Holz dient zu Bauzwecken und Möbeln. Watt (260), Moll u. Janss. (22).

36. Humiriaceae.

Humiria floribunda Mart. Trop. Amerika. »Couramira«, »Turanira«, »Umiri«, »Bastard bullet wood«. Das sehr harte Holz, mit bräunlich-weißem Splint und hellrotem bis orangerotem Kern, dient als Bau- und Werkholz, gilt als dem »Greenheart« überlegen, liefert in Britisch-Guinea Blöcke von fast 30 m Länge, im Geviert (ohne Splint) 60 cm stark. Stone (6).

37. Erythroxylaceae.

Erythroxylon areolatum L. (*E. carthagense* Jacq.) »Bois major.« Liefert das zu Bauzwecken verwandte »Red wood« von Jamaika. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

E. hypericifolium Lam., Madagaskar, Maskarenen.
E. laurifolium Lam., ebenda, sowie andere Arten.
} Liefern gutes Werkholz. Engler-Pr. (21).

38. Zygophyllaceae.

Guajacum officinale L.
G. sanctum L.
} Siehe Pockholz.

G. arboreum D. C. Tropisches Amerika. »Makaraiba lignum vitae«, »Guiacan«. Das Holz gleicht in vielem dem von *G. officinale*, wird auch wie dieses verwandt. Stone (6).

Porlieria angustifolia (Engelm.) A. Gray. »Guayacan«.
P. hygrometrica Ruiz. et Pav. »palo santo«, »turucasa«
P. Lorentzii Engl. (»Guayacan«) »Chuchupi«, »Chucarea«.
} Mexiko, andines Südamerika. Liefern geschätztes dem von Guajacum ähnliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Bulnesia retamo (Gill.) Griseb. Argentinien. »Retama« oder »Retamo«. Das Holz ist »hart wie Eisen« und wird zur Anfertigung von Möbeln verwandt.

B. Sarmienti Lorentz. Argentinien. »Palo santo«, »Pao sánto«, »Paraguay Lignum«. Splintholz ist schmal und hellfarbig, Kernholz tiefbraun. Ist nur in geringen Mengen erhältlich und wird in der Drechslerei verwandt. Engler-Pr. (21).

B. arborea (Jacq.) Engl. Columbien. Engler-Pr. (21).

39. Rutaceae [1]).

Xanthoxylum rubescens Planch. Westafrika. (S. Thomé). »Marapiao.« Das sehr feste und dauerhafte Holz von 0,70 spez. Gewicht, anfänglich gelb, binnen 24 Stunden sich weißlich verfärbend, daher »Vinte e quatre horas«, liefert Masten und Bretter, dient auch in der Tischlerei. Ad. F. Moller (313).

X. capensie Harv. Ostafrika, Kapland. »Knobthom«, »Knobhout«. Holz mit grünlich-gelbem Splint und braunem Kern, weich, doch feinfaserig und dicht, gut zu Achsen, Jochen, Werkzeugstielen. Stone (6).

X. caribaeum. Lam. Westindien (Jamaika). Liefert ein als »Cebra wood« oder »Satin wood« bezeichnetes Nutzholz. Harris (118).

Fagara (*Xanthoxylum*) Pterota H. B. K. Zentralamerika, Westindien, Kolumbien. Liefert das »Eisenholz von Jamaika«, durch große Bruchfestigkeit ausgezeichnet, in England als Werftholz geschätzt. Semler (12).

F. caribaea (Lum.) Krug. et Urb. Westindien, Kolumbien. »Espino Rubial«, »Bois épineux blanc«. Liefert sehr gesuchtes Nutzholz. Wiesner (23).

F. flava. (Vahl.) Krug et Urb. Siehe Westindisches Weidenholz.

Flindersia australis R. Br. Tropisches Ostaustralien. »Flindosa«, »Beech«, »Native teak«. Liefert schwer zu bearbeitendes Werkholz, auch zu Bahnschwellen. Gris. et v. d. B. (291).

Fl. amboïnensis Poir. Molukken (Ceram). Liefert Kunstholz zu Einlegearbeiten. Gris. et v. d. B. (291).

Chloroxylon Swietenia D. C. Siehe Ostindisches Seidenholz.

Phellodendron amurense Rupr. Japan, Sachalin. »Kiwada.« Liefert schönes gelb- bis bräunlichgrünes, hartes, sehr geschätztes Möbelholz. Kawai (1).

Toddalia lanceolata Lam. Kap, Ostafrika. Liefert das schön hellgelbe, fein dunkler gezonte, sehr harte und sehr geschätzte weiße Eisenholz, »white iron wood«, des Kaplandes. Engler (50).

Amyris balsamifera L. Kuba, Jamaika, Portorico, Kolumbien, Ekuador. Das Holz, »candil«, »Santal du Venezuela«, »Rose wood«, Rosenholz, dient zu Räucherungen, liefert auch ätherisches Öl und wird seiner Festigkeit wegen als Bauholz geschätzt. Engler-Pr. (21).

Murraya paniculata Jack. Vorderindien, Hinterindien, Java, Sumatra, Neuguinea. »Satin wood«, »Cosmetic bark tree«. Das hellgelbe, feste, dauerhafte Holz dient zu Schnitzarbeiten. Engler-Pr. (21).

Anmerkung: Watt (260) bezieht obige Vulgärnamen auf *M. exotica L.*, deren Holz

[1]) Über den Bau des Holzes siehe Moll und Janssonius, Bd. II, S. 14.

er als hellgelb, sehr hart, dem des Buchsbaumes ähnlich und wie dieses verwendbar beschreibt. Moll u. Janss. (22).

Murraya Koenigii (L.) Spr. Himalaja, Bengalen, Ceylon. Das grauweiße, harte, dauerhafte Holz dient zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte. Watt (260).

Atalantia monophylla (L.) Correa. Von Silhet am Khasiagebirge bis Vorderindien und Ceylon, auch in Tenasserim. »Kata Narunga«, »Ran Limbu«, »Adivi nimma«. Das gelbe, sehr harte Holz, mit zahlreichen, durch helle Linien markierten Ringzonen, ist wie das des Buchsbaums verwendbar. Engler-Pr. (21), Watt (260).

A. missionis (Whigt) Oliv. Vorderindien Ceylon. Das mäßig harte, gelblich weiße Holz mit deutlichen Ringzonen wird zu Möbeln und in der Kunsttischlerei verarbeitet. Engler-Pr. (21), Watt (260).

Feronia elephantum Correa. Ostindien, Ceylon, Java. »Elephant-« oder »Woodapple«, »Kapittha« oder »Bilin« der Eingeborenen. Liefert gelblichweißes, hartes Bau- und Werkholz. Engler-Pr. (21), Watt (260).

Aegle marmelos (L.) Correa. Ostindien, wild und angepflanzt. »Bel fruit tree«, »Bengal quince«. Liefert gelblichweißes, hartes, im frischen Zustande scharf aromatisch duftendes, wenig dauerhaftes Nutzholz. Watt (260), Moll u. Janss. (22).

40. Simarubaceae [1]).

Simaruba amara Aubl. Französisches Guayana, westindische Inseln, Nordbrasilien, auch kultiviert. »Simaruba«, »Simarouba«, »Maruba«, »Pao Pomba«. Das weiße, mäßig harte, bitter schmeckende, leicht zu bearbeitende, dem Quassiaholz ähnliche Holz »Acajou blanc« von Guadeloupe, dient zu inneren Bauzwecken, als Blindholz in Möbeln, auch zu Flößen. In der Qualität ist es dem Kiefernholz ähnlich. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janssonius (12, 22).

Odyenda gabunensis (Pierre) Engler. Tropisches Westafrika. »Odyendié«, »Onzon«, »Dibindi«. Holz weiß, hübsch marmoriert, nicht besonders dicht, eignet sich mit mahagoniähnlichem Kern für leichtere Tischlerei.

Quassia amara L. Siehe Quassiaholz.

Picrasma excelsa (Sw.) Planch. Siehe Quassiaholz von Jamaika.

Ailanthus glandulosa Desf. Siehe Holz des Götterbaumes.

A. malabarica D. C. Vorderindien, Ceylon. »Dhup.« Liefert Holz zu Tischlerarbeiten und Teekisten. Gris. et v. d. B. (291), Lewis (288).

Klainedoxa gabonensis Pierre. Tropisches Westafrika. »Nkondjo.« Das sehr harte, schwer bearbeitbare Holz wird nur wenig gebraucht.

Irvingia Barteri (Hook.). Siehe Irvingiaholz.

Irv. gabonensis (Aubry. - Lecomte) Baill. Tropisches Westafrika. »Obabaum«, »Adeka.
Irv. Smithii Hook. f. Afrika. »Benin-Dika-Nut«.
Irv. Oliveri Pierre. Cochinchina.
Irv. malayana Oliv. Malakka, und andere Arten.

Liefern hartes, schwer zu bearbeitendes Bauholz. Engler-Pr. (21).

41. Burseraceae.

Protium altissimum (Aubl.) L. March. Zeder von Guayana. »Red Cedar«, »Cedre blanc«. Liefert weißes bis rötliches, ziemlich leichtes Holz zu Bauten und Tischlerarbeiten, auch zu großen, dauerhaften Kanoes. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Tetragastris (*Hedwigia*) *balsamifera* (Sw.) O. Ktze. Domingo, Portoriko und Guadeloupe. »Sucrier de montagne« auf Domingo, »Gommart balsamifère«. Das rötliche Holz dient unter anderm auch zu Zuckerkisten. Gris. et v. d. B. (291).

Canarium bengalense Roxb. Ostindien (Silhet). »Nerebi.« Das weiße, an der Luft grau werdende, glänzende, weiche Holz ist namentlich zur Herstellung von Teekisten und Schindeln geschätzt. Watt (260).

C. paniculatum (Lam.) Benth. (*Calophania mauritiana* D. C.) Mauritius. Liefert das Colophanholz. Engler-Pr. (21).

C. zeylanicum (Retz) Bl. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Pachylobus edulis Don. Westafrika. Siehe Prosaoholz.

1) Über den Bau des Holzes siehe Moll und Janssonius (22, 12).

P. edulis G. Don. Westafrikanisches Waldgebiet. »Bebuhago«, »Native pear«. Das Holz kann als Mahagoniersatz Verwendung finden.

Ancoumea Kleineana Pierre. Siehe Okuméholz.

Commiphora africana (Arn.) Engl. Abessinien. Liefert hellgelbes, sehr leichtes und ziemlich weiches »Korkholz«, das in der Tacazegegend zur Herstellung kleiner Flöße benutzt wird. Engler (50).

C. erythraea (Ehrenb.) Engl. Inseln des Dalak-Archipels. Liefert das balsamisch duftende »Gafal-Holz«, welches als geschätztes Räuchermittel einen Handelsartikel des Orients bildet. Engler-Pr. (21).

Garuga pinnata Roxb. Nordwestliche. Indien. »Kharpat«, »Dabdabi«. Das rötlichgraue, sehr schwere, aber wenig dauerhafte Holz mit dunklem Kern dient zu inneren Bauzwecken, soll sich auch für feinere Arbeiten eignen. Watt (260), Moll u. Janss. (22).

Balanites aegyptiaca Delile. Von Senegambien durch das nördlichtropische Afrika bis Vorderindien und Birma. Liefert gelblichweißes bis goldbraunes, schön gezeichnetes, hartes, schweres Werk- und Nutzholz, auch zu Möbeln und Spazierstöcken. Engler-Pr. (21), Engler (50), Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

42. Meliaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janss. (22).

Cedrela odorata L. Siehe Zuckerkistenholz.

C. guianensis A. Jussieu. Guayana. »Acajou de la Guyane.« Das Holz dieser und anderer (sämtlich amerikanischer) Arten, wie z. B. *C. bogotensis* Tr. et Planch. in Kolumbien, *C. fissilis* Vell. in Brasilien, gleicht dem der vorigen und wird wie dieses verwendet. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

Toona serrata (Royle) Roemer (*Cedrela toona* Roxb.). Indien. »Toontree«, »Ostindisches Mahagoni« (»Indian Mahogany tree«), »Moulmein cedar«, »Cédrel rouge«, »Cèdre de Singapore«. Liefert ziegelrotes, glänzendes, weiches, aber dauerhaftes, von den Termiten nicht angegangenes, hoch geschätztes Nutzholz, vor allem zu Möbeln, Türfüllungen und Schnitzarbeiten, auch zu Teekisten. Watt (260), Lewis (288), Gris. et v. d. B. (291). Sieht nach Busch (27) echtem Mahagoni ähnlich, ist leicht zu bearbeiten, kommt in Blöcken von 4,3 bis 12,20 m Länge und 27—65 cm Durchmesser in den Handel. Pearson, R. S. (500). (Siehe Toonahölzer.)

T. calantas Merill et Rolfe. Philippinen. »Calantas«, »lanigda«. Splintholz sehr hellrot, Kernholz hell- bis dunkelrot. Das Holz besitzt einen starken, zedernartigen Geruch und dient zur Herstellung feiner Möbel, Tischlereiwaren und Zigarrenkisten.

T. sinensis (A. Juss.) Roem. China. »Chan-chin«, »Acajou de la Chine«. Das sehr schöne, tiefrote, auffallend gezeichnete Holz wird in der Kunsttischlerei sehr geschätzt. Exner (271), Kawai (1), Gris. et v. d. B. (291).

Ptaeroxylon obliquum (Thbg.) Rdlk. (*P. utile* Eckl. et Zeyh.). Kapkolonie, Natal, Usambara. Liefert das Niesholz, »Nieshout«, »Sneeze wood« des Kaplandes, auch Kapensisches Mahagoni genannt. Das Holz erscheint auf hellgelbem Grunde zart braunrot gezeichnet, ist sehr schwer und hart, doch leicht zu bearbeiten, eines der wertvollsten Bau- und Kunsthölzer, außerordentlich dauerhaft, mit herrlichem Goldschimmer auf polierten Flächen. Es reizt, im frischen Zustande bearbeitet, zu anhaltendem Niesen. Engler-Pr. (21), Engler (50), Gris. et v. d. B. (291), Stone (6).

Khaya senegalensis. A. Juss. Siehe Afrikanisches oder Gambia-Mahagoni (Caïlcedraholz).

Kh. anthotheca (Welw.) C. D. C. Angola. »Quibaba da Mussengue«, »King of the timber«, »kwabohori«. Liefert gutes Nutzholz. Vielleicht mit der vorstehenden Art identisch. Engler-Pr. (21), O. Warburg (52).

Kh. ivoriensis A. Chev. Tropisches Westafrika. »Acajou«, »Dugura«, »Mahogany«, »Oganwo«. Liefert einen großen Teil des von der Elfenbeinküste stammenden Mahagoni. Busch (27).

Kh. Klainii Pierre. Tropisches Westafrika (Togo). »Afrikanisches-«, »Gambia-Mahagoni«. Liefert wohl das meiste aus

Gabun kommende Mahagoni. Volkens (54), Busch (27).

Kh. euryphylla Harms. Kamerun. Liefert gleichfalls Afrikanisches Mahagoni. Busch (27).

Soymida febrifuga A. Juss. Ostindien, Ceylon. »Bastard cedar« usw., »Redwood de Coromandel«, »Indian redwood«. Das im Kerne dunkelrote, schwere, angeblich im Wasser sinkende, doch leicht zu bearbeitende, sehr harte und dauerhafte, von den Termiten nicht angegangene Holz ist sehr geschätzt zu Bauten sowie zur Kunsttischlerei, in seiner Heimat auch zu Schnitzwerk in Tempeln. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Engler-Pr. (21). Kommt nach Busch (27) auch in 17—20 Fuß langen und 1—1½ Fuß dicken Klötzen als »Ostindisches Mahagoni« in den Handel.

Pseudocedrela Kotschyi (Schweinf.) Harms. Tropisches Westafrika. »Alú-Baum«, »krubete«, »Emigbegeri«. Liefert afrikanisches Mahagoni, besonders soll das Sapeli-Mahagoni zum Teil von Pseudocedrela-Arten abstammen. Busch (27), Busse (53, 2).

Chukrasia (*Chikrassia*) *tabularis* A. Juss. Vorder- und Hinterindien, südliches China. »Chittagong wood«, »Bastard-cedar« usw., »White cedar« usw., »Indian red wood« usw. Das Kernholz, im frischen Zustande leuchtend rot, trocken rotbraun, mit schönem Glanze, ist namentlich zur Herstellung feiner Möbel geschätzt, auch für Teekisten geeignet. Engler-Pr. (21), Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Semler (12), Lewis (288).

Entandophragma angolense Welw. Angola. »Quibaba da Queta.« Liefert wohl das beste Nutzholz Angolas. O. Warburg (52).

E. Rederi Harms. Westafrika (Kamerun). »Kamerun-Mahagoni«, »njokuboré«. Liefert sehr wertvolles Nutzholz. Harms (322).

E. cylindricum Sprague. Tropisches Westafrika. »West Afrikan Cedar«, »Penkwa«, »Heavy Mahogany«. Splintholz weiß, verhältnismäßig breit, außer bei alten Bäumen. Einer der Hauptmahagonisorten, aber im Durchschnitt keinen so hohen Preis erzielend wie das Khaya-Holz.

E. septentrionale A. Chev.
E. macrophyllum A. Chev.
} Westafrika (Elfenbeinküste). Liefern das von Assimé, Benin und Sekondi verschiffte Tiama-Mahagoni. Busch (27).

E. Candollei Harms. Kongogebiet. »Scented Mahogany«, »Geflecktes Mahagoni«. Liefert das »Assoréholz«, das einen Teil des aus den Haupthäfen Süd-Nigerias, Benin und Sapeli verschifften Afrikanischen Mahagoni bildet. Busch (27).

E. Pierrei A. Chev. Westafrika (Elfenbeinküste). Liefert einen Teil des Gabun-Mahagoni. Busch (27).

Swietenia mahagoni L. Siehe Mahagoniholz (»Acajou«).

S. macrophylla King. Honduras. Liefert Honduras-Mahagoni. Evans (323).

Carapa procera C. D. C. Caraiben, Guayana, tropisches Westafrika. »mucaçamumbi«, »Crabwood«, »Touloucouna« in Senegambien. Liefert mahagoniähnliches Bau- und Werkholz. Gris. et v. d. B. (291).

C. guianensis Aubl. Tropisch-Amerika. »Carapa«, »Britisch Guayana-Mahagoni«. Liefert vielseitig verwendetes Nutzholz. Gris. et v. d. B. (291).

C. gogo A. Chev. St. Thomé. Liefert mahagoniähnliches Nutzholz »Gogo« der Portugiesen. Busch (27).

C. obovata Bl. (*Xylocarpus obovatus* A. Juss.) Ostafrika bis nach den Fidschiinseln. »Pinléôn«, »Nigi«. Das Holz wird in Ostafrika nach Stuhlmann (325) zu Sandalen verarbeitet, liefert nach Grisard et v. d. B. (291) auch ausgezeichnetes Material für die Kunsttischlerei.

C. moluccensis Lam. (*X. granatum* Koen.) Verbreitung wie oben. In Indien gleich dem vorigen: »Cannon ball tree« (wegen der großen Früchte, nach Harms (324). Das Holz, weiß, ins rötliche nachdunkelnd, hart, dient verschiedenen Gebrauchszwecken, in Ostafrika auch zu Sandalen. Watt (260), Engler-Pr. (21), Engler (50).

Melia azedarach L. In den wärmeren Teilen der ganzen Erde verbreitet und kultiviert. »Persischer Flieder«, »Persian lilac«, »Bead tree« der Engländer, »Sykomore«, »Laurier grec«, »Lilas des Indes« der Franzosen. Das im Splint gelblich-

weiße, im Kern rötliche, sehr politurfähige und leicht zu bearbeitende Holz dient hauptsächlich zur Anfertigung von Möbeln. Watt (260), Mayr (2), Moll u. Janss. (22).

M. dubia Cav. (*M. composita* Willd.). Ostindien. »Ceylon cedar«, »White cedar« usw., »Bombol«. Das im Kerne rötliche, weiche und leichte Holz dient zu Bauzwecken, zu Täfelungen, ist auch zur Herstellung von Teekisten geeignet. Watt (260), Lewis (288), Gris. et v. d. B (291), H. Wright (326).

Azadirachta indica A. Juss. In Ostindien weit verbreitet, auch auf Ceylon und Java oft angepflanzt, so auch in Ostafrika. »Neem«, »Margosa tree«, »Margosier«. Das mahagoniähnliche, sehr harte und widerstandsfähige, nach Grisard et v. d. Berghe (291) stark duftende Holz wird vom Wagner, Stellmacher und Tischler verarbeitet, dient auch beim Schiffsbau. Engler-Pr. (21), Watt (260), Engler (50), Gris. et v. d. B. (291), Stone (6).

Sandoricum indicum Cav. Indisch-malaiisches Gebiet, Mauritius. »Mangoustan sauvage«, »False oder wild Mangosten«, »santol«. Das im Splint graue, im Kern rote, mäßig harte, sehr politurfähige Holz wird vornehmlich zum Wagen- und Bootsbau verwendet. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Dysoxylum Bailloni Pierre. Hinterindien. Liefert ausgezeichnetes Wagner- und Drechslerholz. Gris. et v. d. B. (291).

D. amooroides Miqu. Neuguinea, Java. Liefert Holz zu Zündholzschachteln. Noothout & Co. (287), Moll u. Janss. (22).

D. Fraseranum Benth. Australien. Das gleichmäßig hellrote, duftende Holz (»Bleistift-Zeder«, »Rosenholz«) liefert eine Art »Australisches Mahagoni«. Busch (27), Stone (6).

D. Muelleri Benth. Australien (Queensland, Neu-Süd-Wales). »Turnip wood«, »Kedgy-kedgy«, »Red bean«. Das tief und gleichmäßig rote, leichte und gut zu bearbeitende Holz, im frischen Zustand angeblich nach Stoppelrüben (Turnips) riechend, kann als Ersatz geringerer Mahagonisorten dienen. Stone (6).

D. spectabile Hook. f. Neuseeland. »Kohekohe«, »Red heart«. Das sehr weiche, im Radialschnitt schön glänzende, gradspaltige Holz mit bräunlichem Splint und gleichmäßig rosenrotem Kern dient zu feineren Tischlereiarbeiten, auch als Ersatz des Zuckerkistenholzes (*Cedrela odorata*). Stone (6).

Aphanamixis rohituka (Roxb.) Pierre. Indisches, malaiisches Gebiet. Das rötliche, auf dem Querschnitt konzentrisch gebänderte, harte und dichte Holz dient zum Bootsbau. Watt (260).

Amoora Wallichii King (*A. spectabilis* Miq.?) Östliches Assam und Burma. Das rötliche, harte, dauerhafte, sehr politurfähige Holz wird zu Booten und Möbeln verarbeitet. Watt (260).

A. cucullata Roxb. Indisch-malaiisches Gebiet. Liefert rotes, hartes, dichtes Werkholz. Watt (260).

Synoum glandulosum A. Juss. Australien. »Turnip-wood«, »Bastard rosewood«. Liefert das Rosenholz von Neu-Süd-Wales. Semler (12).

Aglaia odorata Lour. Indisch-malaiisches Gebiet, China. Liefert ausgezeichnetes Holz für Drechsler und Holzschneider. Gris. et v. d. B. (291).

A. Clarkei Merr. Philippinen. »Tucang-Calao«, »kansuyod«, »saldana«. Splintholz gräulich, Kern bräunlichrot mit zedernartigem Geruch. Das Holz wird zur Herstellung von Möbeln, Dielen, Innenausbau, sowie beim Schiffsbau verwandt.

Guarea trichilioides L. Tropisches Amerika. »Gouaré«, »Bois balle«, »Pistolet«, »Bois rouge de St. Domingue«. Liefert Bauholz. Gris. et v. d. B. (291).

Owenia cerasifera F. v. Muell. Queensland. Liefert ausgezeichnetes Holz für Drechsler und Kunsttischler. Gris. et v. d. B. (291).

Ekeberyia Meyeri Presl. Kapland, Natal. Das weiße Holz ist zu feinen Arbeiten sehr geschätzt. Engler (50).

Trichilia Prieuriana Jussieu. Westafrika (Senegambien, Sierra Leone). »Dilifu«, »Somabari«. Liefert einen großen Teil des aus den Häfen Lagos und Benin verschifften Afrikanischen Mahagoni. Busch (27).

T. emetica Vahl. Arabien, tropisches Afrika. »adyanya peso«, »mtshigizi«. Lie-

fert Holz zum Haus- und Schiffsbau Engler (50).

T. catigua A. Juss. Brasilien, Argentinien. »Catiguá.« Liefert Bau- und Wagnerholz. Gris. et v. d. B. (291).

43. Malpighiaceae.

Brysonima verbascifolia Oliv. Trop. Amerika.
B. crassifolia H. B. K. Tropisches Amerika.
} Liefern Bauholz. Engler-Pr. (21).

B. spicata Rich. Brasilien, Westindien. »Maricao«, »Mori cypra«. Das Holz ist dunkelrötlichbraun, mäßig feinfaserig, gut politurfähig, schwer und fest. Es wird bei Bauten und für Tischlereiarbeiten verwandt.

44. Vochysiaceae.

Vochysia guianensis Aubl. Guayana. »Bois cruzeau«, »Capay-yè-wood«. Aus dem blaßroten, leicht zu bearbeitenden, an der Luft wenig dauerhaften Holz werden Faßdauben hergestellt. Gris. et v. d. B. (291).

V. tetraphylla D. C. Südamerika. »Aetaballi«, »Ito-balli«. Das Holz gleicht dem der vorstehenden Art und wird wie dieses verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

V. tomentosa D. C. Südamerika. Gris. et v. d. B. (291).

Qualea coerulea Aubl. Guayana. »Couaie«, »Grignon fou«. Das rötliche, leichte, sehr geschmeidige Holz liefert vortreffliche Masten und läßt sich wie Nadelholz verwenden. Gris. et v. d. B. (291).

45. Polygalaceae.

Xanthophyllum vitellinum Bl. Java. »Kitelor.« Liefert sehr dauerhaftes faseriges Holz. Wiesner (23).

46. Euphorbiaceae.

Amanoa guianensis Aubl. Guayana. »Bois de lettre rouge.« Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Flüggea obovata (L.) Wall. Tropisches Afrika, Asien, Australien. Liefert sehr hartes, schön gezeichnetes Nutzholz auch zu feineren Arbeiten. Engler (50).

F. fagifolia Pax. Afrika. Engler (50).

Phyllanthus emblica L. Maskarenen, Ostindien, Sundainseln, China, Japan, auch kultiviert. »Amlabaum«, »Mirobalanenbaum«, »ambal«, »anulà«, »nellekai«. Das rote, harte, zähe, elastische Holz wird viel verwandt zu Bauzwecken, Möbeln, Ackergeräten, Gewehrschäften, auch in der Drechslerei und, weil unter Wasser haltbar, zu Brunnenröhren. Watt (260).

Phyllanthus indicus Muell. Vorderindien, Ceylon. Das weiße Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Drypetes ilicifolia Kr. et Urb. Jamaika. »Rosewood.« Liefert eine Art Rosenholz. Harris (118).

Putranjiva Roxburghii Wall. Ostindien. Liefert graues, glänzendes, mäßig hartes Bau- und Nutzholz. Watt (260).

Aporosa dioica (Roxb.) Muell.-Arg. Vorder- und Hinterindien. »Kokra«, »Sanpalu«. Das sehr harte Holz mit dunkelbraunem Kern und weißem Splint soll ein »Cocoholz« des Handels liefern. Watt (260).

A. Lindleyana Wright. Indien. »Sulla«, »Kagbhalai«. Liefert gutes Nutzholz.

Uapaca Staudtii Pax. Ostafrika. »Bosámbi.« Liefert ein mahagoniähnliches, dunkelrotbraunes, in seinen Gefäßen zum Teil weiß ausgefülltes, gut zu bearbeitendes, termitensicheres Holz von 0,64 bis 0,84 spez. Gew., besonders geeignet zur Innenausstattung von Tropenhäusern. Jentsch (10).

U. Heudelotii Bn. Tropisches Westafrika. »Ntiombi«, »Mahogany«, »Ile«. Ziemlich dicht- und feinfaseriges Holz von hellroter Farbe mit dunkleren Flecken, fest aber leicht bearbeitbar. Als Mahagoniersatz eignet sich das Holz zur Möbeltischlerei und zur Herstellung von Eisenbahnwagen.

Bischofia javanica Bl. [*B. trifoliata* (Roxb.) Hook.]. Tropisches Asien, malaiischer Archipel, Inseln des Stillen Ozeans. »korsa«, »gadok«, »uriam«. Das rote, grobfaserige, ziemlich harte Holz gilt in manchen Gegenden Indiens als eines der besten Bau- und Werkhölzer, namentlich für Brücken. Watt (260).

Oldfieldia africana Benth. Tropisches Westafrika. »Black oak«, »Paulati«. Liefert das ausgezeichnete gleichmäßig dunkelbraune, äußerst harte, feinfaserige, auch zum Export gelangende »Afrika-

nische Eichenholz«. Engler-Pr. (21, 297), Stone (6).

Bridelia retusa Spreng. Ostindien, Ceylon. »pathor«, »lamkana«, »katta«, »kaala«. Liefert graues, bis olivenbraunes, mäßig hartes, auch unter Wasser dauerhaftes Bau- und Werkholz. Watt (260).

B. micrantha (Hochst.) Muell.-Arg. Steppen Westafrikas. »Yoruba«, »Asa Gidi«. Voraussichtlich gut verwendbares Nutzholz.

Hieronyma alchorneoides Allem (*H. alch.* Tul., *Lepidocroton Poeppigii* Klotz.). Oberes Amazonasgebiet, Südbrasilien. »Uricana«, »Uracurana«, »Sicuarana«, »Aricurana«. Die Eingeborenen unterscheiden die männliche Pflanze mit braunem bis gelbrötlichem Holz (= Urucurana Macho oder Urucurana parda) von der weiblichen mit rotem Holz (= Urucurana femea oder Urucurana rosa oder Urucurana vermelha). Der Baum liefert vorzügliches dauerhaftes Bauholz; es wird auch als Möbelholz gesucht. Pax u. Hoffmann (429).

Claoxylon sp. Indien. Liefert das »Bois cassant«. Wiesner (23).

Trewia nudiflora L. Ostindien bis zu den Sundainseln. »Tumri«, »garum«, »yemyot«. Liefert weißes, nicht dauerhaftes Holz zu Ackergeräten. Watt (260).

Aleurites moluccana (L.) Willd. Tropen und Subtropen der alten Welt, Antillen, Brasilien, wild und durch Kultur verbreitet. »Belgaum«, »Indian walnut«, Candlenut«. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Givotia rottleriformis Griff. (*Govania nivea* Wall.). Südliches Ostindien, Malabarküste, Ceylon. »Tella punki«, »vendale«. Das weiße, außerordentlich leichte und weiche Holz wird zu Flößen (Catamarans) und Schnitzereien verwandt. Watt (260).

Ricinodendron africanum Müll.-Arg Tropisches Westafrika. »Njansang«, »Hobo Hapi«, »Assomah«, »bon jasanga«. Das weißlichgelbe, langfaserige, sehr weiche Holz von nur 0,21 spez. Gewicht, »das leichteste der leichten Holzarten« (E. Appel), kann nur zur Herstellung von Kisten und Schwimmgürteln, allenfalls auch von Tropenhüten dienen. Jentsch (10).

Chaetocarpus castanicarpus (Roxb.) Thwait. Ostindien, malaiisches Gebiet. »bulkokra«, »haddoka«. Liefert hellrotes, mäßig hartes Bauholz. Watt (260).

Excoecaria agallocha Willd. Südliches Asien bis Australien. »Blinding tree«, »Caju Malta Buta«. Das weiße, sehr weiche, schwammige Holz dient als Werkholz, zur Herstellung einfacher Möbel und Spielwaren, auf Java auch zu Räucherungen. Watt (260), Boorsma (284).

Sapium sebiferum (L.) Roxb. (*Croton sebiferus* L.). China, Japan. In Ostindien und allen wärmeren Ländern beider Hemisphären eingeführt und kultiviert. Das weiße, mäßig harte Holz dient in Indien zur Herstellung von einfachen Möbeln und Spielwaren. Watt (260).

S. insigne Müll.-Arg. Ostindien. »Dudla«, »khina«. Aus dem grauweißen, sehr leichten, »schwammigen« Holz werden Sandalen verfertigt. Watt (260).

Hippomane mancinella L. Zentralamerika. »Manschinellenbaum«, »Manzanillo de playa«. Das gelbbraune, mitunter dunkel gefleckte oder gestreifte Holz wird zu Möbeln, Wetterverschalungen und für Tischlerarbeiten verwandt.

Colliguaya odorifera Molin. Chile. Liefert eine Art Sandelholz, das beim Verbrennen Rosenduft entwickelt. Engler-Pr. (21).

Euphorbia L. Nach Schweinfurth hat das Holz der kaktusartigen hochstämmigen Euphorbien nicht unbedeutenden Wert. Sehr leicht, aber zäh und fest, beim Trocknen nicht reißend, von Insekten nicht angegriffen, läßt es sich etwa mit Pappelholz vergleichen. Engler (50).

47. Buxaceae.

Buxus sempervirens L. Siehe Holz des Buxbaumes.

48. Anacardiaceae.

Buchanania latifolia Roxb. Vorderindien, Birma und Malakka. »lamboben«, »kat maä«, »saraka«. Liefert bräunlichgraues, mäßig hartes, dauerhaftes Nutzholz. Watt (260).

Mangifera indica L. Ostindien, Ceylon, in allen Tropenländern kultiviert. »Mangopflaume«, »Mangobaum«, »Marka«, »muembe«. Das graue Holz dient zu Bauzwecken, auch zur Herstellung von Pack- und Indigokisten. Watt (260).

M. zeylanica Hook. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Anacardium occidentale L. Südamerika. In allen Tropenländern kultiviert. Acajoubaum. »Acajou à fruits«, »Ac. à pommes«, »Ac. de Guadeloupe«, »Cashew nut«. Das rote, mäßig harte Holz wird beim Bootsbau und zu Packkisten verwandt. Liefert auch Holzkohle. Watt (260).

Antrocaryon Klaineanum Pierre. Gabun und Elfenbeinküste. »Osongongo«, »Onzabili«. Das an Mahagoni erinnernde rötlichweiße Holz läßt sich leicht bearbeiten und eignet sich für Tischlerei und Möbelschreinerei.

Gluta renghas L. Malaiischer Archipel, Malaiische Halbinsel. »Renghas«, »Remgasz«. Das Holz zeigt fast kupferrote Färbung, auf frischen Schnittflächen mit zahlreichen, parallelen, rot- bis schwarzvioletten Streifen. Geschätztes Bau- und Möbelholz, besonders in der Kunsttischlerei, zum Bootsbau und zu Bahnschwellen verwendbar.

Swintonia Schwenkii (Teysm. et Binnend.) Kurz. Malaiisches Gebiet. »Boilam«, »thayet-san«. Liefert Holz zum Bootsbau. Watt (260).

Melanorrhoea usitata Wall. Ostindien. (Martaban, Pegu, Tavoy, Tenasserim). »Black varnish tree«, »kiahong«. Liefert dunkelrotes, gelblich gestreiftes, sehr hartes und dichtes Bau- und Werkholz, das auch von den Kohlenbrennern sehr geschätzt wird. Watt (260).

Spondias lutea L. Tropisches Amerika, Westafrika, Java. »Ngua«, »Agliko«, »Akiko« (Togo). Liefert hellfarbiges, mäßig hartes, ziemlich schweres Nutzholz. Volkens (54).

Dracontomelum dao M. u. R. Philippinen. »Dao«, »lamio«, »mamakao«. Splintholz sehr hellfarbig und stark, Kernholz bräunlich grau, schwarz gestreift. Das Holz wird lokal für leichte Konstruktionen, Dachsparren, Dielen und auch teilweise für Möbel verwandt.

Lannea grandis (Dennst.) Engler. Indien. »kiamil«, »Jiyal«, »gumpini«, »djaran«. Splintholz stark, weiß; Kernholz in frisch geschnittenem Zustande hellrot oder hellgelbbraun, in rotbraun nachdunkelnd. Das Holz eignet sich als Mahagoni- und Zedernersatz für Speerschäfte, Waffenscheiden. Ölpressen, sowie als Bau- und Möbelholz.

Calesium grande (Dennst.) O. Ktze. (*Odina Wodier* Roxb.). Vorderindien, Birma, Ceylon. »Kiamil«, »Wodier«, »Nabhay«. Das Holz dient zu vielen Gebrauchszwecken. Engler-Pr. (21), Watt (260), Cox, C. (412).

Campnosperma zeylanicum Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Rhodosphaera rodanthema Engl. (*Rhus rodanthemum* F. v. Müll.). Queensland, Neu-Süd-Wales. »Light Yellow-wood«. Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Pistacia lentiscus L. Küsten Südeuropas und Nordafrikas, auf Chios kultiviert. »Pistachier lentisque«, »Mastixstrauch«. Das Holz wird zu Drechslerwaren und eingelegten Arbeiten gesucht. Wiesner (23).

P. terebinthus L. Mittelmeergebiet. Terpentin-Pistazie. Das politurfarbige Holz, besonders das des Wurzelstockes, ist zu kleinen Arbeiten, Tabaksdosen z. B., geschätzt. Hempel u. Wilhelm (57).

P. khinjuk Stocks (*P. integerrima* Stewart.) Ägypten, Persien, westl. Himalaja. »kaka«, »shue«. Liefert schönes, heller und dunkler gestreiftes, hartes, dauerhaftes hochgeschätztes Möbelholz. Watt (260).

Sorindeia usambarensis Engl. Ostafrika. »Mkunguna« (in Usambara). Liefert eines der besten und schönsten Hölzer Ostafrikas. Engler (50).

S. Afzelii Engl. Westafrika. Holz dem Mahagoni gleichwertig. Engler (50).

S. acutifolia Engl. St. Thomé und Prinzipe. »Gogo« usw. (Carapa Gogo), »Cedro africano«. Liefert vorzügliches Bau- und Tischlerholz von 0,65 spez. Gew., das von den Eingeborenen auch zum Bootsbau benutzt wird Moller (313).

Schinos areira L. (*S. molle* L.). Brasilien, Argentinien. »Aroeira do Matto«, »Balsamo«, »Aguaribay«. Das Holz wird für Brückenbau, in der Tischlerei und wegen seiner Dauer für Pfahlwerk und hydraulische Konstruktionen verwandt.

Cotinus coggygria Scop. (*Rhus cotinus* L.). Siehe Fisetholz.

Heeria argentea (E. Mey) O. Ktze. Kap. Liefert schönes und feines Nutzholz, besonders zu Möbeln. Engler (50).

H. mucronifolia Bernh. Küstenländer Ostafrikas. Das Holz, »Mkerembeke«, ist wegen seiner schwarzweißen Färbung beliebt. Engler (50).

Comocladia integrifolia Jacq. St. Domingo, Jamaika. »Bressilet française« der Franzosen. Liefert schwarzes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Rhus vernicifera D. C. Japan. »Lackbaum«, »chosi«, »Urushi«. Das schöne, gelbe, dichte Holz ist in der Kunsttischlerei geschätzt. Exner (271), Kawai (1).

Rh. succedanea L. Vom Himalaja durch Ostasien bis Japan, dort »Haze«, »Talgbaum«, »Tatri«, »sernyok«. Exner (271), Kawai (1).

Rh. Wallichii Hook. f. Himalaja. Liefert Nutzholz. Watt (260).

Rh. parvifolia Roxb. Westl. Himalaja. Liefert gelbliches, vortreffliches Drechslerholz. Watt (260).

Rh. laevigata L. Kapkolonie. »Taaibosca.« Liefert dauerhaftes, auch zu Bauzwecken geeignetes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Engler (50).

R. viminalis Vahl. Natal. Engler-Pr. (21), Engler (50).

Astronium fraxinifolium Schott. Bahia bis Minas Geraës, »Aroeira«, »Guarabú rajado«. *A. urundeuva* Engl. Rio de Janeiro, Minas Geraës, Argentinien, »Aroreira do campo«, »Urundeuva« und andere Arten der Gattung. } Bilden dunkelbraunes, eisenhartes, sehr geschätztes Kernholz. Engler-Pr. (21).

A. juglandifolium Griseb. Argentinien. »Urundey.« Das braune Holz mit dunkler Zeichnung, sehr starkem Kern und gelbem Splint eignet sich für gewöhnliche Bauzwecke, Schiffsbau, Eisenbahnschwellen, sowie bei der Möbeltischlerei.

Quebrachia Lorentzii Griseb. Argentinien. *Q. Morongii* Britt. Argentinien, Paraguay, und andere Arten der Gattung. } Liefern das außerordentlich harte, rote Quebrachoholz. (*Quebracho colorado*).

Drimycarpus racemosa Hook. f. Östl. Himalaja. »Kagi«, »Amdali«. Das gelblichgraue, harte Holz ist in Indien (Chittagong) eines der meist verwandten Schiffsbauhölzer. Watt (260).

Semecarpus subpeltata Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

S. coriacea Thwait. Ceylon. Lewis (288).

49. Cyrillaceae.

Cliftonia ligustrina Banks. Florida, Georgien. »Titi«, »Iron wood«. Liefert eine Art »Eisenholz«. Semler (12).

Cyrilla racemiflora L. Westindien bis Nordbrasilien. Semler (12).

50. Aquifoliaceae.

Ilex aquifolium L. Siehe Holz des Hülsen.

I. opaca Ait. Nordamerikanische Stechpalme. Südliche Hälfte der Vereinigten Staaten. »American holly«, »Holly«. Liefert vortreffliches Holz zu Möbeln, zur inneren Auskleidung der Häuser, zu feinen Drechslerwaren, mathematischen Instrumenten und Schnitzereien. Semler (12). Nach Grisard et v. d. Berghe (291) wird auch das Holz von *I. quercifolia* Meerb. (Nordamerika), von *I. crenata* Thbg., *I. integra* Thbg. und *I. rotunda* Thbg. (alle drei in Japan) und von *I. Sebertii* Panch. (Neukaledonien) gelegentlich von Drechslern und Kunsttischlern selbst zu Möbeln verwandt. Über die angeführten japan. Arten vgl. auch Kawai (1).

51. Celastraceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Evonymus europaea L. Siehe Holz des Spindelbaumes.

E. Hamiltoniana Wall. Nördliches Indien, Mittelasien, Japan. »Siki«, »brahmani«, »Mayumi«. Das gelblichweiße, weiche Holz dient in Indien zu Schnitzarbeiten. Watt (260).

E. alata K. Koch. Altjapan. »Nishikigi«, »Korkig geflügelter Spindelbaum«. Der Baum liefert sehr gutes Schnitz- und Drechslerholz.

E. grandiflora (Wall.) Law. Gemäßigter Himalaja, China. Holz etwas härter als das vorige, wie dieses verwandt. Watt (260).

E. crenulata Wall. Südliches Indien. Das weiße, sehr harte Holz gilt in seiner Heimat als bester Ersatz des Buchsholzes. Watt (260).

E. Sieboldiana Bl. Japan. »Mayumi.« Das weiße, harte, schwere und schwer spaltbare Holz wird zur Herstellung von Drechslerwaren und Spielsachen verwandt. Kawai (1). Auch das Holz anderer Arten wird gleich dem der vorstehend angeführten benutzt. Engler-Pr. (21).

Celastrus acuminatus L. Süd-Ostafrika. »Silk bark«, »Zybast«. Das sehr harte und dichte Holz, schön braun, durch dunklere Zonen seidenähnlich gewässert, nicht leicht zu bearbeiten und schwer zu spalten, findet Verwendung bei der Herstellung von Möbeln und Galanteriewaren, soll auch gute Schirmgriffe liefern. Stone (6).

Gymnosporia luteola Del. (Loes.). Abessinien, Sansibarküste. Liefert Holz für kleinere Bauten (nach Schimper). Engler (50).

Catha edulis Forsk. Von Abessinien bis zum Kap, auch kultiviert. »Khat« der Araber, »mwandama«. Liefert rötlichweißes, dunkelrot gezontes, sehr hartes und schweres, hervorragend schönes Werkholz. Engler (50).

Kurrimia robusta Kurz. Cochinchina. Das Holz, dem der Dalbergiaarten ähnlich gebaut, liefert ausgezeichnetes Material für die Kunsttischlerei. Gris. et v. d. B. (291).

Kokona zeylanica Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Cassine crocea (Thunb.) O. Ktze. Kapland. Liefert ein Färbholz, »Saffranhout«, »Bois d'or du Cap«, »Olivetier jaune«, das aber, nach Grisard et v. d. B. (291), auch als Nutzholz gesucht ist und seiner Biegsamkeit wegen sich namentlich zur Herstellung von Radfelgen u. dgl. eignet. Engler-Pr. (21).

C. glauca Pers. O. Ktze. Trop. Asien. Liefert hellbraunes bis rötliches, oft schön gemasertes, mäßig hartes, gut polierfähiges Holz zu Kämmen und Kunsttischlerarbeiten. Watt (260).

Maurocenia frangularia Mill. (*M. capensis* Sond.). Kap. »Hottentot-cherry«. Soll ein zu Drechslerarbeiten geeignetes Holz liefern. Engler-Pr. (21).

Goupia glabra Aubl. Britisch-Guayana. »Kabukalli«, »Kopie«. Splintholz etwas rötlich oder gelblich, Kernholz bräunlichrot. Das sehr harte, schwere, zähe und dichtfaserige Holz dient zur Herstellung dauerhafter Möbel, für Bahnschwellen und Holzpflaster.

52. Staphyleaceae.

Staphylea pinnata L. Siehe Holz der Pimpernuß.

St. emodi Wall. Westlicher Himalaja, Afghanistan. Liefert Spazierstöcke. Watt (260).

St. colchica Stev. Kaukasus.
St. bumalda D. C. Japan.
St. trifoliata L. Nordamerika.
St. mexicana Watson. Mexiko.

Liefern Drechslerholz. Engler-Pr. (21).

53. Icacinaceae.

Urandra apicalis Thwait. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Apodytes dimidiata E. Mey. Angola, Südafrika. »White pear.« Das bräunlichgraue, harte, sehr zähe, aber gut zu bearbeitende Holz eignet sich besonders für Drechslerarbeiten. Stone (6), Moll u. Janss. (22).

54. Aceraceae.

Acer rubrum L. Roter Ahorn. Nordamerika. »Red maple«, »Scarlet maple«, »Soft maple«. Das harte Holz dient in beschränktem Maße zu Drechslerarbeiten und billigen Hauseinrichtungsgegenständen. Mayr (62), Elliot (246).

A. dasycarpum Ehrh. Silberahorn. Nordamerika. »Weißer Ahorn«, »Soft maple«, »Silver maple«, »White maple«. Liefert ziemlich geringwertiges, in beschränktem Maße auf den Markt gebrachtes Holz. Roth (68).

A. pseudoplatanus L. Siehe Ahornholz.

A. Campbelli Hook.f. et Thbg. Osthimalaja. »Kabaski«, »Himalayan maple«. Das grauweiße, mäßig harte Holz dient in ausgedehntem Maße zu Dielen und Teekisten. Watt (260).

A. oblongum Wall. Himalaja. »mark«, »mugila«. Aus dem rötlichbraunen, mäßig harten Holze werden Ackergeräte und Trinkbecher gefertigt. Watt (260).

A. campestre L.
A. platanoides L.

Siehe Ahornholz.

A. Lobelii Tenore. Östliches Mittelmeergebiet bis zum Himalaja. »Lobels Ahorn«, »Himalayan maple«. Liefert bräunlichweißes, weiches bis mäßig hartes, sehr zähes und elastisches Nutzholz, besonders zu Trinkbechern. Watt (260).

A. pictum Thunb. Nördliches Japan und China. »Itaya-Kayede.« Liefert das schönste und am meisten verwandte Ahornholz Japans. Kawai (1).

A. saccharum Marsh. (*A. saccharinum* Wang.). Östliches Nordamerika. »Zuckerahorn«, »Hard maple«, »Sugar maple«. Liefert vielseitig verwandtes Holz, das namentlich zu Möbeln, Täfelungen und Drechslerwaren gesucht ist, auch beim Schiffsbau dient und in gemaserten Stücken als »Vogelaugen-Ahorn« (Birds-eye maple) die höchsten Preise erzielt. Mayr (62), Semler (12), Stone (6).

A. macrophyllum Pursh. »Großblättriger Ahorn«, »Broad-leaved maple«, »Oregon maple«, »Bigleaf maple«. Pazifische Region Nordamerikas. Das weißliche oder bräunliche, für ein Ahornholz auffallend leichte Holz (spez. Gew. nach Mayr nur 0,49), dicht, fest und zäh, häufig mit sehr schöner Vogelaugenmaserung, ist eins der wertvollsten der Westküste, dient zu Möbeln, Füllungen, Griffen, Drechslerarbeiten. Mayr (62), Stone (6).

55. Hippocastanaceae.

Aesculus hippocastanum L. Siehe Holz der Roßkastanie.

A. glabra Willd. Nordamerika. »Ohio-Roßkastanie«, »Ohio-Bukeye«. Das Holz dient zu allerlei Holzwaren, künstlichen Gliedern, zur Papierfabrikation, lokal auch bei Bauten. Mayr (62).

A. flava Ait. Gelbe Roßkastanie. Nordamerika. »Sweet Bukeye.« Das Holz wird gleich dem der vorgenannten Art verwandt. Mayr (62).

A. indica Colebr. Nordwestlicher Himalaja. »Indische Roßkastanie«, »banknor«, »kanudun«. Das weiße, weiche Holz dient zu Bauzwecken, zur Anfertigung von Gefäßen und Packkisten. Watt (260).

A. turbinata Bl. Japan. »Japanische Roßkastanie«, »Tochi«. Das seidenartig glänzende Holz dient zu Gegenständen des Hausgebrauches, Schachteln, Teebrettern u. dgl. Kawai (1), Gris. et v. d. B. (291).

56. Sapindaceae [1]).

Thouinia striata Radlk. Westindien und Mexiko. »Guara«, »Quiebra-hacha«, »Quebrachoholz« usw. Liefert sehr hartes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Allophylus occidentalis (Sw.). Trop. Amerika. »Palo de Caja« (Kistenbaum). Liefert sehr hartes Holz. Engler-Pr. (21).

A. africanus P. Beauv. Sansibarküste, Usambara. »weti«, »kotia«. Liefert nach Lanessan gutes Werkholz. Mehrere Allophylusarten des Kaplandes geben schönes, schweres, sehr geschätztes Nutzholz. Engler (50).

Toulicia guianensis Aubl. Guayana. Das Holz, »Bois flambeau«, liefert Fackeln zum nächtlichen Fischfang. Engler-Pr. (21).

Sapindus trifoliatus L. Südasien. »Soapnut tree«, »Ritha«, »arceta«. Liefert gelbes, hartes Bau- und Nutzholz. Watt (260).

Erioglossum rubiginosum Bl. Ostindien. Liefert schokoladenbraunes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Aphania Bl. Trop. Asien, Neuguinea. Mehrere Arten liefern Nutzholz. Ebenda. Vgl. Moll u. Janss. (22).

Lepisanthes montana Bl. Java. »Kiparai.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Melicocca bijuga L. Zentralamerika. »Quenette«, »Knépier«, »knipnee«, »guenepa«. Liefert gutes Nutzholz, auch für den Drechsler und Kunsttischler. Gris. et v. d. B. (291).

Schleichera trijuga W. Kontinentales Indien, im malaiischen Archipel wohl nur eingeführt. »Lac-tree«, »Ceylon oak« in Indien, auch »Kussumb«, »Kusambi«, »Kasambi«. Das schwere, außerordentlich harte, zähe, dauerhafte, politurfähige Holz mit weißem Splint und rotbraunem Kern wird vielfach verwandt. Watt (260), Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291). — Dürfte einen Ersatz für Guajakholz bieten, steht in größeren Mengen zur Verfügung und ist billiger als dieses, liefert auch geschätzte Holzkohle. (Tropenpflanzer 216). Moll u. Janss. (22).

Euphoria cinere Radlk. Philippinen. »Alupag«, »bakalao«, »malaresa«, »pamito«. Splintholz sehr hellrot, Kernholz

[1]) Über den Bau des Holzes siehe Moll und Janssonius (22).

dunkler rot bis dunkelbraun. Das sehr schwere, harte und dauerhafte Holz findet Verwendung beim Hausbau zu Dielen, Pfosten, beim Wagenbau, Schiffs- und Erdbau.

Litchi chinensis Sonn. China, Indien. In den Tropen auch kultiviert. »Litchi.« Das Holz gilt als nahezu unverwüstlich, dient als Bau- und Wagnerholz, auch in der Kunsttischlerei. Gris. et v. d. B. (291).

Xerosperum Norhonianum Bl. Sumatra, Java. »Tjerogol moujet«, »Ramboetan-oetan«. Liefert hartes, dauerhaftes, viel verwandtes Nutzholz. Wiesner (23), Moll u. Janss. (22).

Nephelium longana Camb. Ostindien, Ceylon. »Longan.« Liefert rotes, mäßig hartes Holz zu Bauten und Möbeln. Watt (260).

Pometia pinnata Forst. Neuguinea, Sunda- und Südseeinseln, Philippinen. »maluggy«, »batangali«, »Dawa«, »Lengsar«. Liefert festes Bau- und Nutzholz. Engler-Pr. (21), Moll u. Janss. (22).

Podonephelium Deplanchei s. stipitatum Baill. Neukaledonien (Lifu). Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Alectryon excelsus Gaert. Neuseeland. »Titokibaum«, »White oak«. Liefert gesuchtes Bau- und Werkholz. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

Pappea capensis Eckl. et Zeyh. Vom Kap durch Ostafrika bis Erythraea; in Usambara »Mfunuguru«, im Kaplande »Wilde Preume«. Liefert eins der härtesten und schwersten Nutzhölzer, das im Kaplande sehr geschätzt und zu allen Gegenständen, die hartes und dauerhaftes Material verlangen, verwandt wird. Engler (50).

Stadmannia sideroxylon D. C. (*St. oppositifolia* Lam.). Mauritius. Liefert »Eisenholz«, »Bois de fer de la Réunion«, »Bourbon iron wood«. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

Cupania glabra Sw. Westindien. »Guara blanca«, »de costa«. Das schöne Holz findet Verwendung zu Möbeln.

Matayba apetala (Macf.) Radlk. Jamaika. »Doncella.« Liefert ein sehr wertvolles, im Freien dauerhaftes Holz.

Blighia sapida Kon. Westafrika. »Akee«, »Seso vegetal«, »baza«, »Takwadua«. Das gelbrötliche Holz mit rötlichgrauem Schimmer wird für Eisenbahnschwellen verwandt.

Eriocoelum Kerstingii Gilg. Westafrika. »Nimwau Peso«, »Yevo Gboma«. Ein Nutzholzbaum Togos. Volkens (54).

Diploglottis australis Radlk. (*Stadmannia austr.* Don.). Australien. Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Cossignia triphylla Comm. ed. Lam. (*C. borbonica* D.C. usw.). Maskarenische Inseln.
Coss. pinnata Comm. ed. Lam. (*C. borbonica* D. C. usw.). Maskarenen.
} Liefern das harte »Bois de fer de Judas« zu Drechslerarbeiten. Gris. et v. d. B. (291), Wiesner (23).

Dodonaea viscosa L. In allen Tropenländern. »Switch sorrel«, »Mua, msutue«. Das im Splinte weiße, im Kerne dunkelbraune, ausnehmend harte Holz, in Australien nach Gris. et v. d. B. (291) »Australian Lignum vitae«, wird in der Drechslerei und Holzschneidekunst verwandt, liefert auch Spazierstöcke. Engler-Pr. (21), Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Doratoxylon mauritianum Thouars ed. Bak. Mauritius, Réunion. »Bois de gaulette«, »Bois de sagaye«. Liefert Holz zu Stangen und Wurfspießen. Engler-Pr. (21).

Hypelate trifoliata Sw. Westindien, Florida. Liefert »Weißes Eisenholz«. Engler-Pr., III, 5, S. 358. Semler, S. 636.

Ganophyllum falcatum Bl. Philippinen, Neuguinea, Australien, Java. Liefert ausgezeichnetes Holz für Zündhölzchen und Zündholzschachteln. Noothout & Co. (287), Boerlage & Koorders (329), Moll u. Janss. (22).

Filicium decipiens Thw. Westliche Ghâts, Ceylon. »Maniglia«, »Jurighas«, »Pehimbia-gass«. Liefert festes und wertvolles Bauholz. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Harpullia pendula Planch. Australien. »Tulipier d'Australie«, »Tulip wood«. Das Holz ist in der Kunsttischlerei sehr geschätzt. Gris. et v. d. B. (291).

57. Sabiaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Meliosma Wallichii Hook. f. Östlicher Himalaja, Khasia. »dabdabbi«, »heinan«. Andere Arten liefern rötliches, grobes, weiches, die Politur gut annehmendes Nutzholz, das aber von den Termiten angegriffen und daher nur zu gewöhnlichem Hausrat benutzt wird. Engler-Pr. (21).

58. Rhamnaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Maesopsis Eminii Engl. Tropisches Ost-Afrika. »Musisi.« Das Holz dient zum Haus- und Bootsbau. Engler (330).

Zizyphus jujuba Lamk. China, Indien, Australien, Tropisches Afrika. »Indian Jujuba«, »Chinesische Dattel«, »Ber«, »nabig«, »mkunazi«. Liefert rotes, hartes, dichtes, dauerhaftes, vielseitig verwandtes Bau- und Nutzholz, auch zu Möbeln. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Z. spina Christi Willd. Vorderasien, Nordafrika. Liefert ausgezeichnetes Kunsttischlerholz. Gris. et v. d. B. (291).

Z. vulgaris Lam. Orient bis nach Bengalen, China und Japan, in Südeuropa kultiviert. Das dem von *Z. jujuba* ähnliche Holz wird in Indien wie dieses benutzt und ist in Frankreich als Kunsttischlerholz »Acajou d'Afrique« geschätzt. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

Z. xylopyrus Willd. Vorderindien, Ceylon. Das gelblichbraune, harte, zähe, dauerhafte, leicht zu bearbeitende Holz dient beim Wagenbau, zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte und zu Fakkeln. Watt (260).

Z. mucronata Willd. Tropisches und Südafrika. »pangbaingu«, »omukaru«, »Walking stick wood«; »Mangu« (Togo). Das Holz findet im Kapland zum Waggonbau Verwendung. Volkens (54).

Reynosia latifolia Griseb. Westindien. Süd-Florida. »Red ironwood«, »Darling Plum«. Liefert rotes »Eisenholz«. Semler (12).

Sarcomphalus laurinus Griseb. Westindien. Liefert vortreffliches Bauholz. Engler-Pr. (21).

Scutia buxifolia Reiss. Brasilien. Liefert Kunstholz. Gris. et v. d. B. (291).

Rhamnus cathartica L. Siehe Holz des Kreuzdorns.

Rh. frangula L. Siehe Holz des Faulbaums.

Hovenia dulcis Thunb. China, Japan, dort »Kemponashi«. Liefert wertvolles Holz zu Möbeln und musikalischen Instrumenten. Exner (271), Kawai (1), Gris. et v. d. B. (291).

Ceanothus chloroxylon Nees. Jamaika. »Cogwood.« Das harte und schwere, doch sehr elastische, nach Stone gleichmäßig nußbraune Holz ist zu allen Zwecken, die solches Material fordern, sehr gesucht, so z. B. zu Zahnrädern für Zuckermühlen. Gris. et v. d. B. (291), Stone (6).

Colubrina reclinata (L'Hér.) Brongn. Westindische Ins. »Naked wood«, »Mabi«. *C. ferruginosa* Brongn. Westindische Inseln, Florida. »Guitaran«, »Abelluello«. Liefern westindisches Eisenholz. »West Indian green heart«, »Snake wood«, »Bois couleuvre«, »Bois costière«. Semler (12), Gris. et v. d. B. (291).

Alphitonia excelsa Reiss. Australien. »Mountain ash«, »Murr-rung«. Das in der Kunsttischlerei verwandte Holz erinnert an helles Mahagoni. Gris. et v. d. B. (291).

Pomaderris apetala Labill. Südliches Australien. »Coopers wood.« Liefert vorzügliches Nutzholz, vornehmlich zu Böttcherwaren. Gris. et d. v. B. (291).

59. Vitaceae.

Vitis vinifera L. Siehe Holz der Weinrebe II, 140.

60. Elaeocarpaceae.

Elaeocarpus dentatus Vahl. Neu-Seeland. »Hinau.« Liefert sattbraunes, sehr dauerhaftes, ausgezeichnetes Nutzholz für Land- und Wasserbauten. Gris. et v. d. B. (291), Stone (6).

E. cyaneus Ait. Australien. Liefert vortreffliches Wagnerholz. Gris. et v. d. B. (291), Stone (6).

E. persicifolius Brongn. Neukaledonien. Das Holz dient zum Bootbau. Gris. et v. d. B. (291).

E. grandis F. v. M. Queensland, Süd-Wales. »Moorgum«, »Blue fig«, »Australian mountain ash«. Das bräunlichgraue, angeblich termitenfeste, leichtspaltige Holz dient zu Bauzwecken. Stone (6).

E. Kirtoni F. v. M. Queensland, Süd-Wales. »Kirton wood«, »Australian white beech«. Das weißliche bis hellbräunliche Holz, in der Färbung an das der Birke oder des Bergahorns erinnernd, sehr leicht zu bearbeiten, eignet sich zu Furnieren. Stone (6).

E. lancaefolius Roxb. Östlicher Himalaja. »Bhadrat«, »sakalang«. Liefert hellbraunes, weiches Holz zu Bauten und Teekisten. Watt (260).

Sloanea dentata L. Guiana. »Sherabulli-balli«, »naida«. Liefert vortreffliches Tischlerholz, das gelegentlich auch zu Bauzwecken verwandt wird. Gris. et v. d. B. (291).

Sl. jamaicensis Hook. Jamaika. »Ironwood«, »Breakaxe«. Liefert eine Art »Greenheart«-Holz. Harris (118).

Echinocarpus dasycarpus Benth. Himalaja. Liefert bräunlichgraues, weiches Holz zu Teekisten. Watt (260).

Vallea stipularis Mut. Kolumbien. Liefert schönes rötlichbraunes, schwarzgeadertes, hartes Holz zu Tischlerarbeiten. Gris. et v. d. B. (291).

Aristotelia maqui L'Hérit. Chile. Das Holz wird vielfach verwandt. Engler-Pr. (21).

Muntingia calabura L. Von Mexiko bis ins Gebiet des Amazonenstromes. »Calabure«, »Bois ramier«, »Bois de soie«. Liefert Nutzholz, vornehmlich zu Böttcherarbeiten. Gris. et v. d. B. (291).

61. Gonystilaceae.

Gonystilus bancanus (Miq.) Gilg. Java, Sumatra, Banka. »Kayugaru.« Das harzige Kernholz dient zum Räuchern. E. Gilg (331).

62. Tiliaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Berrya amomilla Roxb. Südindien, Philippinen, tropisches Australien. Das blaßgelbe, im Kern dunkelrote, dichte, sehr harte und dauerhafte Holz, »Halmalilleholz«, »Trincomali wood«, wird wegen seiner Zähigkeit und Elastizität hoch geschätzt und beim Haus- und Bootsbau, sowie zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte und anderweitig verwandt. Watt (260), Semler (12), Engler-Pr. (21), Stone (6), Moll u. Janss. (22).

Brownlowia tabularis Pierre. Cochinchina. Holz rot (»un des meilleurs bois rouges connus«) zu Bau- und sonstigen Zwecken, auch als Möbelholz und zum Schiffsbau verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

Pentace burmanica L. Kurz. Westliches Hinterindien, Malakka, Java. »thitka«, »kathitka«. Das weiße, an der Luft sich rötende, leichte, weiche Holz wird hauptsächlich zu Booten und Teekisten verarbeitet. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Apeiba tibourbou Aubl. Guayana, Brasilien. »Pao Jangada«, »Peine de mico«. Liefert leichtes Holz zu Booten. Engler-Pr. (21).

A. glabra Aubl. »Bois de mèche.«
A. aspera Aubl. »Bois Grage«, »Mahot Chardon«.

Beide in Guayana, liefern nach Grisard u. van den Berghe den eingeborenen Wilden Holz zum Feuer anmachen, indem jenes sich durch anhaltendes und sehr rasches Reiben gegen härteres Holz in Brand setzen läßt. Gris. et v. d. B. (291).

Lühea divaricata M. et Zucc. Südbrasilien bis Argentinien. »Aceito de cavalho«, »Pferdepeitsche«. Liefert sehr zähes, auch in der Kunsttischlerei verwandtes Holz. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

L. grandiflora Mart. Brasilien, Paraguay, Argentinien. »Sota caballo grande.« Liefert Nutzholz, auch zum Schiffsbau. Gris. et v. d. B. (291).

Entelea arborescens R. Br. (*Apeiba australis* A. Rich.). Neuseeland (Nordinsel). Liefert außerordentlich leichtes Holz. Engler-Pr. (21).

Schoutenia ovata Krth. Java. »Walikukun.« Liefert ausgezeichnetes, schön rotbraunes, lang- und geradfaseriges, sehr festes, elastisches und dauerhaftes Bau- und Werkholz (als Bogenholz allen anderen vorgezogen), wurde früher als »Oostindisch paarden vleesch« nach Holland exportiert. Gris. et v. d. B. (291),

Koorders u. Valeton (332), Carthaus (333), Moll u. Janss. (22).

Sch. hypoleuca Pierre. Das rote, sehr dauerhafte Holz dient zum Haus- und Schiffsbau. Gris. et v. d. B. (291), Koorders u. Valeton (332), Moll u. Janss. (22).

Tilia parvifolia Ehrh. (*T. ulmifolia* Scop.) | *T. grandifolia* Ehrh. (*T. platyphyllos* Scop.) — Siehe Lindenholz II, 141.

T. argentea Desf. (*T. tomentosa* Moench.). Südöstliches Europa, Orient. »Ungarische Silberlinde«, »Tilleul argenté«. Das Holz wird gleich dem der anderen Arten benutzt. Hempel u. Wilhelm (57).

T. americana L. Nordamerika. »Amerikanische Linde«, »Limetree«, »Basswood«. Das leichte Holz wird zu billigen Möbeln und kleinen Holzwaren gesucht. Mayr (62), Roth (68), Stone (6).

T. heterophylla Vent. In den mittleren und südlichen Vereinigten Staaten. »White basswood.« Holz von dem vorigen in der Praxis nicht unterschieden. Mayr (62).

Grewia asiatica L. In ganz Indien kultiviert, vielleicht auch einheimisch. »phalsa«, »dhamni«. Liefert gelblichweißes, wegen seiner Leichtigkeit, Festigkeit und Elastizität geschätztes Nutzholz. Watt (260).

G. elastica Royle. Vorderindien. Das zähe und elastische gut spaltbare Holz dient unter anderm zu Schindeln. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

G. tiliaefolia Vahl. Vorderindien, Ceylon. »phara«, »thadsal«, »daminne«. Das weiße Holz mit wenig braunem Kern, hart, leicht zu bearbeiten, sehr dauerhaft, ist zur Herstellung von Gegenständen geschätzt, die, wie Beilstiele, Ruder, Masten u. dgl. Festigkeit mit Elastizität verbinden müssen. Watt (260).

G. oppositifolia Roxb. Nordwestlicher Himalaja, vom Indus bis Nepal; in Indien häufig gepflanzt. »dhamman«, »biung«, »pastuwanni«. Liefert weißes, hartes, im frischen Zustande sehr unangenehm riechendes Werkholz, das in ausgedehntem Maße zu Gegenständen verarbeitet wird, welche Zähigkeit und Elastizität des Materials verlangen, wie Ruderschäfte, Beilstiele, Wagenachsen, Bootrahmen u. dgl. Watt (260).

G. paniculata Roxb. Hinterindien. Liefert weißes, wegen seiner Leichtigkeit und Zähigkeit geschätztes Werkholz. Gris. et v. d. B. (291).

G. populifolia Vahl. Tropisches Afrika bis Vorderindien. »ganger«, »gangerum«. Das gelbliche, harte Holz liefert Spazierstöcke. Watt (260).

G. gingantiflora K. Schum., *G. villosa* Willd. (Togo) und andere afrikanische Grewia-Arten liefern leicht schneidbares Holz für Speerschäfte und Gehstöcke. Volkens (54).

63. Malvaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Kydia calycina Roxb. Himalaja, Westghats und Birma. »pola«, »kubindé«, »dwabote«. Das weiße, sehr zähe und elastische Holz ohne Kernbildung dient zum Hausbau, zu Pfluggestellen, Rudern und Schnitzwerk. Watt (260).

Plagianthus betulinus A. Cunn. Neuseeland. »Lace bark«, »Honi«, »Powhiwhi«. Das bräunlich weiße, weiche, im Querschnitt durch breite Markstrahlen und sehr regelmäßig angeordnete helle Querzonen auffällig gezeichnete, leicht zu bearbeitende Holz scheint wenig Verwendung zu finden, desgleichen das ähnlich gebaute und gleich benannte von

Hoheria populnea Cunn. Neuseeland. »Lacebark«, »Ribbon wood«. Stone (6).

Hibiscus tiliaceus L. In allen Tropenländern. Korkholzbaum der Antillen. Das nußbraune, sehr leichte und leicht zu bearbeitende Holz liefert Schwimmer für Fischernetze, dient auch zur Herstellung leichter Boote, soll ferner als eine Art »Rosenholz« bei eingelegten Arbeiten Verwendung finden. Gris. et v. d. B. (291), Watt (260), Moll u. Janss. (22).

H. elatus Swartz (*H. similis* Bl.). Westindien. »Korkholzbaum der Antillen«, »bola«, »bellipatta«, »Majagna« (Cuba). Liefert nach Grisard et v. d. Berghe (291) ein viel benutztes, bräunliches, mitunter blau überlaufenes Werkholz mit allen Eigenschaften des besten euro-

päischen Eschenholzes, doch längerfaserig und dauerhafter als dieses. Gris. et v. d. B. (291), Stone (6), Moll u. Janss. (22).

Thespesia populnea (L.) Corr. Tropisches Afrika, Asien und Polynesien, in Westindien eingeführt und verwildert. »Portia tree«, »Umbrella tree«, »Indian tulip tree«. Das im weichen Splint hellrote, im harten Kern dunkelrote Holz, »Faux bois de rose«, »Bois de rose de l'Océanie«, gleichmäßig dicht und dauerhaft, wird vornehmlich beim Wagenbau und zur Herstellung von Möbeln verwandt, soll, gerieben, nach Rosen duften und auch in der Kunsttischlerei brauchbar sein. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Harris (118), Stone (6).

64. Bombacaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Adansonia digitata L. Afrika. »Affenbrotbaum«, »Boabab«. In Indien und Südamerika kultiviert. Das helle, sehr leichte und weiche, poröse, nicht dauerhafte Holz liefert in Indien Schwimmer für Fischernetze; aus den Stämmen machen die Neger Fahrzeuge. Engler-Pr. (21), Engler (50).

Bombax ceiba L. (*B. malabricum* D. C.). Vorderindien bis Nordaustralien. Aus dem anfangs weißen, sich allmählich bräunenden, sehr leichten, und unter Wasser dauerhaften, zu den Korkhölzern zählenden Holze (»Fromage de Hollande«) werden Pack- und Teekisten, Spielsachen und dergleichen angefertigt. Auch dient es zu Schwimmern für Fischernetze und zur Herstellung von Booten. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Lewis (288), Moll u. Janssonius (22), siehe auch Korkhölzer.

B. buonopoze P. de B. Tropisches Afrika. »djoë y«, »akata«, »Red cotton tree«, »ponponla«. Das Holz wird gleich den vorigen Arten verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

B. mompoxense H. B. (*B. occidentale* Spr.). Venezuela. »Saquisaqui«, »Cedro dulce«. Das rosenrote Holz soll nach Grisard et v. d. Berghe (291) von besserer Qualität sein als das der anderen Arten, dem Cedrelaholz gleich geschätzt werden und bei Bauten sowie bei Böttcherarbeiten verwandt werden. Moll u. Janss. (22).

Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (*Eriodendron anfractuosum* P. D. C.). Mexiko, Antillen, Guyana, Afrika und Ostindien, Malaiischer Archipel. »Baumwollbaum«, »Silk-cotton-tree«, »Arbe à coton«, »Bumá«. Das weißliche, leichte, zarte Holz dient in Indien zur Herstellung von Kisten und Särgen, sowie, da unter Wasser ziemlich haltbar, von Booten, kann auch zu billigen Möbeln und auch als Blindholz verwandt werden, läßt sich vielleicht zu Zellulose verarbeiten. Engler (50), Gris. et v. d. B. (291).

Chorisia insignis H. B. K. Argentinien. »Palo borracho«, »Palo botella«, »Yuchán«. Das Holz ist porös, in grünem Zustand sehr leicht zu schneiden, im trockenen jedoch fest und widerstandsfähig, und eignet sich zum Innenausbau und zur Herstellung von Kanoes, die jedoch nur eine Dauer von drei Jahren besitzen.

Ochroma lagopus Sw. Siehe Korkhölzer II, 182.

Maxwellia lepidota H. Bn. Neukaledonien. Liefert gelbliches, leicht zu bearbeitendes Drechslerholz. Gris. et v. d. B. (291).

Neesia altissima Bl. Java. Das braune, schön gezeichnete, sehr leichte Holz ist zu kleineren Luxusmöbeln und Gewehrschäften gesucht, dient, weil termitenfest, auch zu Bauzwecken. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Boschia Griffithii Mast. Malakka. Liefert braunes, dunkler gezeichnetes, vielfach verwendbares Nutzholz. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Cullenia zeylanica Wight. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

65. Sterculiaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssenius (22).

Eriolaena Candollei Wall. Westliches Vorderindien. »Dwanee.« Liefert ziegelrotes, orangegelb und braun gestreiftes, hartes, glänzendes, sehr politurfähiges Nutzholz von beschränkter Verwendung. Watt (260).

Das Holz anderer Eriolaenaarten findet

in Indien nur lokale Verwendung. Das von *E. Wallachii* D. C. ist bei den Nepalesen sehr geschätzt. Watt (260).

Guazuma ulmifolia Lam. (*G. tomentosa* Knuth). Mittel- und Südamerika, in der alten Welt vielfach kultiviert. »Orme d'Amérique«, »Bastard cedar« (usw.). Das weißlich graue bis hellbraune, streifige, poröse, weiche und leichte, elastische Holz dient zu Bauzwecken, Möbeln, Wagenfüllungen, Packkisten, angeblich auch in der Kunsttischlerei, liefert gute Kohle (die früher bei der Erzeugung des Schießpulvers für die holländische Kolonialarmee Verwendung fand), kommt auch als Brennmaterial in Betracht. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Carthaus (333).

G. tomentosa H. B. et K. Westindien, Ceylon, Argentinen. »Bastard cedar«, »Ingá-hú«, »Guácimo«, »Guazuma plum«. Liefert Nutzholz. Harris (118).

Pterospermum acerifolium Willd. Birma; in Vorderindien kultiviert. »kanak-champa«, »gaik«. Liefert gutes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Watt (260).

Pt. suberifolium Lam. Circaris, Carnatik. »baclo«, »bolagu«, »velenge«. Das hellrote, mäßig harte, zähe Holz wird bei Bauten und anderweitig verwandt. Watt (260).

Pt. diversifolium Bl. Malaiisches Gebiet, Philippinen. Das orangegelbe, im Kerne rötliche bis rosenrote Holz, hart, biegsam, dauerhaft, wird zu Bauzwecken sowie vom Tischler und Wagner verwandt, bildete früher einen wichtigen Handelsartikel Javas. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Pt. lancaefolium Roxb. Ostindien. »Bankalla.« Das rötliche Holz wird vom Drechsler und Kunsttischler verarbeitet. Gris. et v. d. B. (291).

Kleinhofia hospita L. Indien, Ostafrika, pazifische Inseln, Kaiser Wilhelmsland. »Tanag«, »taloktok«. Das weißliche, braun gefleckte Holz ist zu Spazierstöcken, sowie zu Werkzeug- und Waffengriffen und Scheiden sehr geschätzt. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Sterculia oblonga Mart. Siehe Bóngeleholz II, 144.

St. tragacantha Lindl. Westafrika. »Nespera«, »Popó«, »avoané«, »poose«. Liefert dauerhaftes, angeblich termitenfestes Nutzholz. A. Moller (313).

St. rhinopetala K. Schum. Südkamerun, Nigerien. »False Chestnut«, »En wiwan«, »Awraw«. Soll vorzügliches Nutzholz liefern. A. Moller (313).

St. foetida L. Vorderindien bis Neu-Süd-Wales, in Amerika kultiviert. »Stavewood«, »pinari«, »Bois quant«. Das graue, weiche, schwammige Holz dient zu Bauzwecken, zur Herstellung kleiner Masten und Packkisten. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291) beschreiben dieses, nach ihnen von Cayenne aus auch nach Europa gelangende und hier in der Kunsttischlerei verwandte Holz als weißlich oder rötlich braun, gelb geadert, ziemlich hart, schwer und im frischen Zustande von sehr unangenehmem Geruch. (Bois puant.) Moll u. Janss. (22).

St. urens. Roxb. Ostindien. »gulu«, »odla«, »takli«. Aus dem rötlich braunen, sehr weichen, unangenehm riechenden Holz werden Spielsachen und Musikinstrumente angefertigt. Watt (260).

Firmiana platanifolia (L. fil.) R. Br. Japan, China? Das weiße, leichte Holz dient zu Schnitzarbeiten. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291), Kawai (1).

F. Barteri. (Mast.) K. Schum. Westafrika (Niger). »Rope tree«, »akoko«. Das weißliche, sehr leichte Holz wird zu Tellern und Schalen verarbeitet. Auch zum Floßbau verwandt. Volkens (54).

Tarrietia argyrodendron Bth. Australien. »Australisches Hickory«, »Silver tree wood«. Liefert wertvolles Bauholz. Engler-Pr. (21).

T. javanica Bl. Java, Cochinchina, Philippinen. »Lumbayao«, »Philippinen-Mahagoni«. Liefert heller oder dunkler rotes leichtes und leicht zu bearbeitendes, aber wenig dauerhaftes Nutzholz. Gris. et v. d. B. (291).

Pterocymbium tinctorium (Blanco) Merr. Philippinen. »taluto«, »huligano«, »takung«. Das Holz wird meist für Zündhölzchen, Kisten und als Schwimmer für Flöße benutzt.

Cola acuminata R. Br. Westafrika, in Amerika eingeführt. »Kola«, »Kolatier«, »Tuloi«. Liefert ausgezeichnetes, weißliches, leichtes, poröses, dem der Pappeln ähnliches, aber dauerhafteres, von Insekten

kaum angegangenes Holz für den Wagner und Tischler sowie zum Schiffsbau. Gris et v. d. B. (291).

C. cordifolia R. Br. Westafrika. Das ähnliche Holz dient zu denselben Zwecken. Gris. et v. d. B. (291).

Heritiera fomes Buch. Gangesdelta, Hinterindien, Borneo. »Brettbaum« wegen der brettartigen Pfeilerwurzeln. Das braune, dauerhafte Holz gilt als das zäheste Indiens, dient zum Bootbau, zu Pfeilern und zu Pfosten beim Haus- und Brückenbau, auch als Brennholz und liefert die beste Kohle zur Schießpulverbereitung. Engler-Pr. (21), Watt (260).

H. littoralis Dryand. Ostafrika, indisch-malaiisches Gebiet, Australien. »sunder«, »totonar«, »sikundazi«. Ein Baum der Mangrove. In Usambara »Totonar«. Das zähe, dichte, haltbare Holz liefert ausgezeichnetes Material zum Bootbau, auch zu Pfeilern, Pfosten, Palisaden, Hausgerät. Gris. et v. d. B. (291), Watt (260), Engler (50), Moll u. Janss. (22).

H. papilio. Bedd. Indien. Das dem vorigen ähnliche Holz dient bei Bauten und zu landwirtschaftlichen Geräten. Watt (260).

H. macrophylla Wall. Indien und Cochinchina. Holz mit dem vorigen von gleicher Beschaffenheit und Verwendung. Gris. et v. d. B. (291).

H. utilis Sprague. Westafrika. »Nyankom.« Liefert ein Mahagoniholz der Goldküste. Kew Bull (334).

66. Dilleniaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Curatella americana L. Tropisches Südamerika. »Sambaibinha« in Brasilien, »Acajou bâtard« in Cayenne. Liefert Drechslerholz. Gris. et v. d. B. (291).

Dillenia triquetra (Rottb.) Gilg. (*Wormia triqu.* Rottb.). Ceylon. »Diyapara.« Liefert rötliches Bauholz. Watt (260).

D. pentagyna Roxb. Vorderindien. »aggai«, »tatri«, »machie«. Das rötlich graue, im Längsschnitt durch die ansehnlichen, dunkler gefärbten Markstrahlen schön gezeichnete Holz, mäßig hart, fest, dauerhaft, wird beim Haus- und Schiffsbau, sowie zu Möbeln verarbeitet, liefert auch gute Kohle. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

D. elata Pierre. Hinterindien. Liefert sehr geschätztes, leicht zu bearbeitendes, sehr politurfähiges Nutzholz. Gris. et v. d. B. (291).

D. ovata Hook f. et Thoms. Hinterindien bis Borneo. Holz gleich dem vorigen und wie dieses verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

D. aurea Sm. Hinterindien, malaiischer Archipel. »chamaggai«, »byobeen«. Liefert graues bis rötliches, schön gezeichnetes, hartes, schwer zu bearbeitendes Holz zu Bauzwecken. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

D. indica L. (*D. speciosa* Thbg.). Central-Südindien, Philippinen, Malaiischer Archipel. »chalter«, »uva«, »mota karmal«. Das rote, hell gefleckte, mäßig harte Holz dient vornehmlich zu Bauzwecken. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291).

67. Eucryphiaceae.

Eucryphia cordifolia Cav. Chile.
Eucr. glutinosa Focke. Chile.

Liefern dauerhaftes, für viele Zwecke wertvolles Nutzholz. Engler-Pr. (21).

68. Ochnaceae.

Ochna arborea Burch. Kap. »Red wood«, »Cape Plane«, »Roodhout«. Liefert sehr geschätztes Nutzholz zu Möbeln, Wagenachsen usw. Engler (50). Das Holz der ostafrikanischen Arten *O. alboserrata* Engl. und *O. Holstii* Engl. (»Mtakula« in Usambara) dürfte ebenso wertvoll sein. Engler (50).

O. Hoffmannii Ottonis Engl. Westafrika. Das Holz dient zu Schmuckgegenständen der Eingeborenen. Engler-Pr. (21).

O. Afzelii R. Br. Westafrika. »tamam.« Liefert hellbraunes, schön gezeichnetes hartes und schweres Holz zu Drechsler- und Tischlerarbeiten. Volkens (54).

Ouratea angustifolia Gilg. Ceylon. Das Holz, »Bokaara-gass«, dient zu Bauzwecken. Gris. et v. d. B. (291).

Lophira alata Banks. Siehe Bongòsiholz II. 146.

69. Caryocaraceae.

Caryocar butyrosum Willd. Guayana. »Souari«, »Schwawari«, »Peki«.

C. glabrum Pers. Guayana. »Souari«, »Piquiarana«, »Tata juba«.

} Liefern Schiffsbauholz. Gris. et v. d. B. (291), Engler-Pr. (21).

C. tomentosum Willd. Guayana. »Péki.« Liefert angeblich das gelbrote, harte, dauerhafte Tatajubaholz für die Kunsttischlerei. Gris. et v. d. B. (291). Übrigens, gleich *C. butyrosum*, eine zweifelhafte Art!

70. Theaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janssonius (22).

Camellia japonica L. [*Thea japonica* (L.) Nois.] Japan. »Tsubaki.« Das sehr harte, dichte Holz wird zuweilen in der Tischlerei, meist aber als (vortreffliches) Brennholz verwandt. Exner (271), Kawai (1).

C. sassangua Thunb. (*Thea Sass* Nois.). China, Japan. Das Holz wird nach Gris. et v. d. B. (291) gleich dem vorigen benutzt.

Gordonia excelsa Bl. Hinterindien, Malaiische Inseln. »Pagaranak«, »jantan«. Das hellrote bis rötlichbraune, harte Holz ist zum Haus- und Schiffsbau, sowie zu anderen Zwecken sehr geschätzt. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

G. lasianthus L. Südmexiko, Virginien. Das rosenrote, seidenartig glänzende, weiche, leichte Holz wird vornehmlich zu eleganten, aber wenig dauerhaften Möbeln verarbeitet. Gris. et v. d. B. (291).

Schima Wallichii Choisy. Himalaja, Tenasserim, Hinterindien. »chilauwe«, »gugera«, »boldack«, »jam«. Liefert rotes, mäßig hartes, im Trockenen dauerhaftes Holz, vornehmlich zu Bauzwecken. Watt (260).

Sch. noronhae Reinw. (*Sch. crenata* Korth.). Hinterindien, Borneo, Sumatra. Liefert Bauholz. Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Stewartia monadelpha Sieb. et Zucc. »Saruta.« Das prächtig gemaserte Holz dient zu Drechslerwaren, Werkzeugheften. Exner (271), Kawai (1).

Ternstroemia japonica Thunb. Ceylon, Sumatra, Indien, China, Japan, dort »Mokkoku«. Das rote harte Holz wird zuweilen zu Möbeln und Werkzeugheften verarbeitet. Exner (271), Kawai (1), Moll u. Janss. (22).

T. Wallichiana Griff. (*T. penangiana* Choisy, *T. macrocarpa* Scheff.). Hinterindien, Java. Das graue bis rötliche Holz wird beim Haus- und Schiffsbau sowie zu Tischlerarbeiten verwandt. Gris. et v. d. B. (291), Moll u. Janss. (22).

Eurya ochnacea (D. C.) Szysz. (*Cleyera ochn.* D. C.). Himalaja, Khasia, Japan, dort »Sakaki«. Das Holz [vgl. Kawai (1)] ist nach Gris. et v. d. B. (291) zu verschiedenen Zwecken, auch bei Haus- und Schiffsbau, verwendbar.

E. japonica Thunb. Ostindien, malaiische Inseln, China, Japan, dort »Hisakaki«. Liefert nach Gris. et v. d. B. (291) geschätztes Nutzholz für Wagner und Drechsler. Moll u. Janss. (22).

71. Guttiferae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janss. (22).

Calophyllum spectabile Willd. Hinterindien. Liefert hellrotes, glänzendes, mäßig hartes Holz zu Masten und Sparren. Watt (260), Moll u. Janss. (22).

C. Torelii Pierre und *C. saïgonense* Pierre, beide im tropischen Asien, liefern sehr dauerhaftes und geschätztes Holz für Möbel und zum Schiffsbau. Engler-Pr. (21).

C. inophyllum L. Siehe Calophyllum-Holz.

C. polyanthemum Wall. Bengalen. »kandeb«, »kironli«. Das Holz dem von *C. spectabile* ähnlich, dient beim Schiffsbau. Watt (260).

C. tomentosum Wight. Ceylon. Liefert Holz zu Bauzwecken und Teekisten. Watt (260), Lewis (288).

C. calaba Jacq. Westindien, Guyana. »Calaba«, »Galba«, »Accite de Maria«. Liefert Holz zu Fässern. Semler (12).

Caraipa fasciculata Camb. Gebiet des Amazonenstromes. »Tamacoari do gapo.« Liefert gleich den übrigen dort wachsenden Arten der Gattung dauerhaftes, sehr geschätztes Nutzholz. Aus dem Kernholz der genannten Spezies wird auch ein beliebter Balsam gewonnen. Engler-Pr. (21).

Haploclathra paniculata Benth. Nördliches Brasilien. Liefert schönes rotes Holz, »Mura piranga«, zu allerlei Instrumenten. Engler-Pr. (21).

Hypericum lanceolatum Lam. Hochgebirge Afrikas. Das mittelschwere, harte, hellrötliche, zuweilen zart grau getönte Holz dürfte nach Gilg ein gutes, dauerhaftes Bauholz liefern.

Cratoxylon neriifolium Kurz. Hinterindien. »Baibya.« Liefert Bau- und Werkholz. Watt (260).

Mesua ferrea L. (*M. speciosa* Choisy). In Vorder- und Hinterindien wild, in ganz Ostindien der weißen duftenden Blüten und des Holzes wegen kultiviert. »Nagasbaum«, »Eisenholzbaum«, »Indian rose chestnut«, »Nâga-Kesara«. Liefert das Ceylanische oder Ostindische Eisen- oder Nagasholz von dunkelroter Farbe und außerordentlicher, gewöhnlichen Äxten widerstehender Härte. Das Holz ist als Bau- und Werkholz hochgeschätzt, auch sehr politurfähig. Nach Grisard et v. d. B. (291) soll das Holz aromatisch duften und auch den Namen »Bois d'Anis» führen. Engler-Pr. (21), Watt (260), Semler (12).

Ochrocarpus africanus (Don.) Oliv. Tropisches Westafrika. »Mammy apple«, »Kaikumba«. Das Holz wird vielfach verwandt. Engler-Pr. (21).

O. siamensis T. Anders. Cochinchina, in ganz Indo-China kultiviert. Das Holz, fast so hart wie das von *Mesua ferrea*, wird wie dieses verwandt. Gris. et v. d. B. (291).

Mammea americana L. Westindien; im tropischen Amerika allgemein kultiviert. »Aprikose von St. Domingo«, »Abricotier sauvage«, »Mammee tree«. Liefert weißes oder rötliches, leicht spaltbares, auch in der Erde und unter Wasser haltbares Bau- und Werkholz. Gris. et v. d. B. (291).

Allenblackia Stuhlmanni Engl. Ostafrika (Usambara). »Sambu«, »mkangi«. Liefert Bau- und Möbelholz. Mismahl (301).

Garcinia speciosa Wall. Küste von Martaban und Tenasserim. »Palawa.« Das schöne, gleichmäßig rotbraune Holz dient vornehmlich zum Haus- und Brückenbau. Watt (260). Von anderen Arten dieser Gattung liefern nach Engler-Pr. (21) geschätztes Nutzholz:

G. cornea L. (*G. celebica* L. Syst.). Amboina. Holz anfänglich weiß, ins Braune nachdunkelnd [Moll u. Janss. (22)];

G. mangostana L. Monsungebiet; in den Tropenländern der neuen Welt angebaut. »Mangsteen.« Holz gleich dem vorigen;

G. Benthami Pierre und *G. ferrea* Pierre, beide in Cochinchina, Philippinen; »bunog«; mit rotbraunem Holze;

G. merguensis Wight. Malakka; Holz blaßrot.

Montrouziera sphaeraeflora Panch. Neu-Kaledonien. »Houp.« Das rötlichgelbe, geaderte Holz mit breitem, zitrongelbem Splinte, gut zu bearbeiten und sehr haltbar, ist zu verschiedenen Zwecken sehr gesucht. Gris. et v. d. B. (291).

Platonia insignis Mart. Tropisches Brasilien. »Pacuri«, »pakoeli«, »Geelhart«. Das gelblichbraune, sehr politurfähige Holz liefert vortreffliche Dielen und Parketten, kommt auch für die Kunsttischlerei in Betracht. Gris. et v. d. B. (291).

Moronobea coccinea Aubl. »Bois cochon« in St. Domingo. Aus dem sehr spaltbaren Holze, das auch zu Bauzwecken dient, werden vornehmlich Faßdauben und Faßreifen hergestellt. Gris. et v. d. B. (291).

72. Dipterocarpaceae.

Dipterocarpus turbinatus Gaertner f. (*D. laevis* Ham.). »Kanyin oil«, »Gurjun«. Hinterindien, Andamanen. Das rote, mäßig harte Holz dient bei Haus- und Bootsbau. Watt (260), Moll u. Janss. (22).

D. tuberculatus Roxb. Hinterindien, Burma. »Eng tree.« Das rotbraune, schwere, aber leicht zu bearbeitende Holz dient vornehmlich zu Bauzwecken, auch zur Holzölgewinnung. Gris. et v. d. B. (291), Watt (260), Engler-Pr. (21).

D. pilosus Roxb. Hinterindien. Liefert Nutzholz. Pearson, R. S. (447).

D. insularis Hance. Hinterindien. Liefert im Trockenen sehr haltbares Bauholz. Gris. et v. d. B. (291).

D. grandiflorus Blanco. Philippinen. Malaiische Halbinsel. »Apitong«, »balao«, »malapano«, »panao«. Kernholz dunkel mit rötlichem Tone, Splintholz gräulichbraun. Das Holz wird beim Hausbau, Inneneinrichtungen, beim Schiffsbau, für

Waggonböden und beim Brückenbau verwandt.

Anisoptera glabra Kurz. Hinterindien. »Thinkadu.« Das Holz ist zum Schiffsbau geschätzt. Gris. et v. d. B. (291).

Doona zeylanica Thw. Ceylon. »Dun«, »Shingle tree«. Liefert dauerhaftes Holz zu Dachschindeln. Engler-Pr. (21).

D. congestiflora Thw. Ceylon. »Tinya.« Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Hopea odorata Roxb. Hinterindien. »Thingau« der Burmesen, »Sao« der Anamiten. Das gelbbraune, mäßig harte und schwere, leicht zu bearbeitende, von Insekten nicht angegangene Holz soll mit allen Eigenschaften des Eichenholzes die Dauer des Teakholzes verbinden, wird hochgeschätzt und namentlich zu Bauten aller Art verwandt. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

H. Wightiana Wall. Vorderindien. Liefert wertvolles Nutzholz. Engler-Pr. (21).

H. ferrea Pierre. Östliches Hinterindien. Engler-Pr. (21).

H. Pierrei Hance (*Hancea Pierrei* Pierre). Cambodscha, Philippinen. »lito«, »mangachapuy«. Liefert dauerhaftes Holz zum Schiffsbau. Engler-Pr. (21).

H. mengarawan Miq. Sumatra. »Ngarawan«, »maranti«. Das Holz ist namentlich zum Bau von Lastschiffen (»pantjalangs«) gesucht. Gris. et v. d. B. (291).

Pentacme siamensis Kurz. (*Shorea siamensis* Miqu.). Birma, Cochinchina. Das harte, im Kern braune, sehr dauerhafte, im Wasser unverwüstliche Holz ist zu Bauten sehr geschätzt. Die Holzfasern sind durch zarte Querwände gefächert, die Gefäße bilden kurze Radialreihen, die meist zweischichtigen Markstrahlen haben kubische, kristallführende Kantenzellen. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291), Watt (260).

Shorea robusta Gaertn. Vorderindien, dort als wichtigster Forstbaum ausgedehnte Wälder bildend. »Sal-tree«, »morung sal«, »koroh«, »guijo«. Das Holz im braunen Kern schön gestreift, ziemlich grobfaserig, hart, zäh, fest, an Leichtigkeit der Bearbeitung und Dauerhaftigkeit kaum zu übertreffen, ist im nördlichen Vorderindien das wichtigste Bauholz, auch zu Tischlerarbeiten und Bahnschwellen sehr geschätzt. Die Hauptmasse des Holzes besteht aus sehr dickwandigen Sklerenchymfasern, die Gefäße stehen meist einzeln, Strangparenchym bildet einschichtige Querzonen. Die meist vierschichtigen Markstrahlen haben kubische Kantenzellen. Engler-Pr. (21), Watt (260), Gris. et v. d. B. (291), Brandis (353).

S. obtusa Wall. Hinterindien. »Thitya« der Birmanen. Liefert schönes, dauerhaftes, sehr geschätztes Bau- und Werkholz, auch zu Eisenbahnschwellen. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291), Watt (260).

S. talura Roxb. Vorderindien. »Talura.« Liefert sehr hartes Bauholz von grauer Färbung. Watt (260).

S. hypochra Hance. Cochinchina. »Vinvin.« Das gelbe Kernholz ist sehr geschätzt. Engler-Pr. (21).

S. balangeran Burck. (*Hoppea balangeran* Korthals). Borneo, Philippinen. »Guisoc«, »Yacal«, »balangeran«. Das Holz, mit rotbraunem Kern, gilt als das beste Nutzholz Borneos. Engler-Pr. (21).

S. Tumbuggaia Roxb. Westliches Vorderindien. »Thumbagum«, »thamba«, »vanboga«. Das Holz, noch härter als das des Salbaumes, sonst diesem ähnlich, dient zu Bauzwecken, auch als Werkholz. Watt (260).

S. assamica Dyer. Assam. »Makai.« Das in frischem Zustande weiße, an der Luft sich bräunende Holz, leicht zu bearbeiten, im Trockenen auch dauerhaft, dient zu vielerlei Gebrauchszwecken. Watt (260).

S. ciliata King. Hinterindien. (Pinang). »Kusmus.« Liefert gutes Nutzholz. Ridley (352).

S. leprosula Miqu. Malakka, Sumatra, Borneo. »Serraya«, »Serraya Batu«. Liefert Nutzholz. Maire (354).

S. furfuracea Miqu. Philippinen. »Maranti«, »Almonlauan«, »manga sinoro«. Das leichte, weiche Holz wird für allerlei leichtere Konstruktion, besonders für Innenausbau verwandt.

Parashorea stellata Kurz (*Shorea stellata* Dyer.). Birma, Malakka, Cochinchina. »Chengal«, »thingadu«. Das weiße, harte Holz wird zum Bootsbau benutzt. Watt (260).

Cotylelobium melanoxylon Pierre (*Anisoptera mel.* Hook.). Borneo. »Resak.« Das glänzend braune Kernholz ist sehr geschätzt. Engler-Pr. (21).

Vatica (*Synaptea*) *astrotricha* Pierre Cochinchina. Liefert gelbbraunes bis rötliches oder grünliches, schwarz geadertes, sehr dauerhaftes Nutzholz zu Bauten und Möbeln. Engler-Pr. (21), Gris. et v. d. B. (291).

V. faginea Pierre. Kambodscha. Liefert geschätztes Bauholz. Engler-Pr. (21).

Pachinocarpus umbonatus Hook. f. Borneo. Liefert weißes, weiches Holz. Engler-Pr. (21).

Vateria indica L. Vorderindien, wild und angepflanzt. Das grobe, poröse, mäßig harte Holz mit rötlichweißem Splint und grauem Kern wird zu Booten, Masten und Särgen verarbeitet. Watt (260).

V. acuminata Hayne. Ceylon, häufig angepflanzt. »Hal.« Das leichte, aber harte und dauerhafte Holz mit dünnwandigen Fasertracheiden, spärlichem Strangparenchym, einzeln stehenden oder kleine Gruppen bildenden Gefäßen und bis sechsschichtigen Markstrahlen, eignet sich zur Herstellung von Teekisten, ist auch zu Bauzwecken verwendbar. Engler-Pr. (21), Lewis (288), Gris. et v. d. B. (291).

V. seychellarum Dyer. Seychellen. Das Holz dieses selten gewordenen Baumes ist seines Ölgehaltes wegen sehr gesucht. Engler-Pr. (21).

73. Tamaricaceae.

Tamarix articulata Vahl. Afrika, Arabien, Java, Vorderindien. »Farás«, »ukhain«, »narlei«. Liefert weißes, mäßig hartes, vielseitig brauchbares Nutzholz. Watt (260).

T. dioica Roxb. Pennjab bis Assam. »Lei«, »koan«, »laljhau«. Das mäßig harte, im Innern rote Holz dient zur Herstellung kleinerer Gebrauchsgegenstände. Watt (260).

74. Violaceae.

Leonia glycycarpa Ruiz et Pav. Amazonas. Liefert weißgelbes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

75. Flacourtiaceae.

Über den Bau des Holzes siehe Moll u. Janss. (22).

Oncoba spinosa Togo. »kpoe«, »krutu«. Liefert ein gut politurfähiges Holz für Einlegearbeiten.

Gynocardia odorata R. Br. Hinterindien. Das gelbe oder hellbraune, harte Holz dient zu gröberen Bauzwecken. Watt (260).

Pangium edule Reinw. Malaiischer Archipel. »putjung«, »pangi«. Liefert hartes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Moll u. Janss. (22).

P. Naumannii Warb. Neumecklenburg. Desgleichen. Engler-Pr. (21), Moll u. Janss. (22).

Kiggelaria Dregeana Turcz. Südafrika. Liefert das gleichmäßig hellgelbe »Natal-Mahagoni«. P. Busch (27), Stone (6).

Scolopia Zeyheri Benth. und Hook fil. *S. Ecklonii* Benth. et Hook fil., beide im Kapland, sind des harten und dauerhaften Holzes wegen geschätzt. Engler-Pr. (21), Stone (6).

Homalium africanum Benth. Gabun, Elfenbeinküste. »mbafoughelé«, »akouibia«. Das gräulichweiße Holz mit rötlichem Ton läßt sich leicht bearbeiten und ist für Tischlerei geeignet.

Myroxylon J. et G. Forst. Das Holz der polynesischen Arten der Gattung [*M. orbiculatum* Forst., *suaveolens* Forst., *hawaiense* (Seem.) O. Ktze. und *Hillebrandii* (Wawra) O. Ktze.] soll nach Forster zum Parfümieren des Kokosöles dienen. Engler-Pr. (21).

Guya caustica Frapp. Réunion. Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

Azara microphylla Hook. f. Chile. »Arom.« Soll das sehr feste »Chinchinholz« Chiles liefern. (Das Holz der meisten anderen Arten der Gattung ist wertlos.) Engler-Pr. (21).

Flacourtia Ramontchi L'Hérit. Am Zambesi »Batoko-Pflaume«, auf den Seychellen »Maron- oder Madagaskar-Pflaume«, in Ägypten und ganz Südasien kultiviert. «Abeokuta plum«, »oshere«. Das rötliche, schwer zu bearbeitende, aber dauerhafte Holz dient zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte und in der Drechslerei. Engler-Pr. (21), Watt (260). Auch die anderen Arten der Gattung, so z. B. *Fl. rukam* Zoll. et Mor. (Hinterindien, malai-

ischer Archipel, Philippinen), *Fl. jangomas* (Lour.) Miqu. (*F. cataphracta* Roxb., Südasien) usw. liefern sehr hartes und festes Holz. Engler-Pr. (21), Moll und Janss. (22).

Casearia glomerata Roxb. Vorderindien bis Honkong und Java. »luyur«, »burgonli«. Das gelblichweiße, mäßig harte, grobe Holz dient zu Bauzwecken und zur Herstellung von Teekisten. Watt (260).

C. tomentosa Roxb. Vorderindien bis Java und Nordaustralien. »chilla«, »thundri«. Liefert dem vorigen ähnliches Holz zu Kämmen. Watt (260). Auch viele andere der zahlreichen Arten dieser in allen Tropenländern vertretenen Gattung haben nutzbares Holz. Engler-Pr. (21).

76. Datiscaceae.

Tetrameles nudiflora R. Br. Vorderindien, Ceylon, Java. »mainakat«, »sandugaza«. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

77. Cactaceae.

Cereus Mill. (Haw.). Die holzigen Stämme vieler Arten dienen in holzarmen Gegenden Perus als Bau-, Feuer- und Beleuchtungsmaterial. Engler-Pr. (21).

78. Oliniaceae.

Olinia capensis Klotzsch, Kapland, und andere Arten der Gattung liefern hartes, schweres, durch Elastizität und Dauerhaftigkeit ausgezeichnetes Nutzholz. Engler (50).

79. Thymelaeaceae.

Aquilaria agallocha Roxb. Östlicher Himalaja, sowie

A. malaccensis Lam., Hinterindien, malaiisches Gebiet, und wohl auch noch andere Arten der Gattung liefern im Kern ihres sonst weißen und weichen Holzes das schwere, wohlriechende »Adlerholz« (Lignum Aloës, Eagle wood), das in Indien zu wertvollen Gegenständen, wie Juwelenkästen und dergleichen verarbeitet wird. Engler-Pr. (21), Boorsma (284). Das Holz von Aquilariaarten dient auf Java auch zu Räucherungen.

Wickstroemia tenuiramis Miqu. Insel Banka. Das Holz dient auf Java und den benachbarten Inseln zu Räucherungen. Boorsma (284).

80. Elaeagnaceae.

Hippophaë rhamnoides L. Mittel- und Nordeuropa, Westasien. »Sanddorn.« Das feine, glänzende, ziemlich harte, mittelschwere Holz wird gelegentlich zu Drechslerarbeiten benutzt. Hempel u. Wilhelm (57).

Flaegnus angustifolia L. Das leichte, ziemlich geringwertige Holz mit gelbem Splint und braunem Kern wird vom Tischler und Drechsler verarbeitet. Nördlinger (355).

81. Lythraceae.

Physocalymma scaberrimum Pohl. Siehe Rosenholz II, 149.

Lafoënsia speciosa D. C. Kolumbien. »Guajacan.« Liefert sehr gutes Bauholz. Engler-Pr. (21).

Lagerstroemia flos reginae Retz. Assam, Burma, seltener in Bombay und Madras, in ganz Indien häufiger Alleebaum. »Jarùl«, »boengoer«, »aj har«, »pyinma«. Das hellrote, harte, glänzende Holz zählt zu den besten Bau- und Werkhölzern Indiens, steht nur dem Teakholz im Wert nach. Watt (260), Watt (356), Pearson, R. (449).

L. parviflora Roxb. Tropisches Asien. »Bandara.« Das graue oder bräunliche, oft rötlich getönte Holz, zäh, elastisch, sehr dauerhaft, wird in ausgedehntem Maße zu Pfluggestellen, landwirtschaftlichen Geräten und Werkzeugschäften verarbeitet, dient auch beim Haus- und Bootsbau. Watt (260).

L. calyculata S. Kurz. Trop. Asien. Liefert Nutzholz zu verschiedenen Zwecken. Engler-Pr. (21).

L. villosa Wall. et S. Kurz. Trop. Asien. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

L. speciosa Pers. Vorderindien bis nach Südchina, den Philippinen und Australien. »Banaba«, »makabalo«, »tanaganan«. Das Holz nähert sich im Gebrauchswert dem Teakholz. Engler-Pr. (21).

L. hypoleuca S. Kurz. Andanamen. Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

L. tomentosa Presl. Hinterindien. »Burmese leza wood.« Das Holz wird verschiedentlich verwandt. Engler-Pr. (21), Watt (260), Troup (319, 1).

L. lanceolata Wall. Indien. »Benteak«, »Nana wood«. Liefert Nutzholz. Rodger, A. (488).

82. Sonneratiaceae.

Duabanga grandiflora (Roxb.) Ham. Östlicher Himalaja bis Hinterindien. Das graue, oft gelb gestreifte, weiche, gut politurfähige Holz dient in ausgedehntem Maße zur Herstellung von Teekisten. Watt (260).

Sonneratia apetala (Ham.) O. Ktze. (*Blatti apetala* Ham.), Ostindien. Liefer im Kern rötlichbraunes, mäßig hartes Nutzholz zu Bauten und Teekisten. Watt (260).

B. pagatpat (Blanco.) Ndz. Philippinen, Malaiisches Gebiet. »Pagatpat«, »Montol«. Splintholz hellbraun, Kernholz dunkelbraun. Das Salz enthaltende Holz dient zum Hausbau, Brückenbau, zu Telegraphenstangen, Möbeln und Musikinstrumenten.

Crypteronia leptostachys Planch. Philippinen.
C. pubescens (Wall.) Planch. Hinterindien.
C. paniculata Bl. Hinterindien bis Philippinen.
C. Cumingii Planch. Philippinen.

Liefern Stellmacherholz. Engler-Pr. (21).

83. Punicaceae.

Punica granatum L. Balkanhalbinsel bis zum Himalaja, im Mittelmeergebiete, im südlichen Asien, in Australien und in Amerika durch Kultur verbreitet. »Granatapfelbaum«, »manga«, »granadoro«. Das gelbliche, harte Holz wird gelegentlich benutzt. Hempel u. Wilhelm (57).

84. Lecythidaceae.

Careya arborea Roxb. Ostindien. Das schön gezeichnete, im Kerne rote, mäßig harte, dauerhafte Holz wird in manchen Gebieten seiner Heimat als Nutzholz geschätzt und verschiedentlich verwandt. Watt (260).

Barringtonia acutangula L. (Gaert.), von den Seychellen bis Nordaustralien und Queensland der gemeinste Baum Bengalens. »Indian oak«, »saman darphal«, »kanapa«. Das nach Watt weißliche, nach Niedenzu rotbraune, glänzende, auf der Radialfläche schöne »Spiegel« zeigende Holz, von mäßiger Härte und feinem Gefüge, dient u. a. auch beim Bootsbau und in der Kunsttischlerei. Watt (260), Engler-Pr. (21).

B. speciosa Forst. Queensland, Neukaledonien. »Barringtonia-Holz«, »Botong«. Das Holz von heller, etwas gelblicher oder rötlicher Splintfärbung findet Verwendung in der Möbeltischlerei.

Japarandiba augusta (L.). Nordbrasilien, Guayana. Das Holz ist als »Stinkholz von Guayana« bekannt. Engler-Pr. (21).

Lecythis pisonis Camb. Tropisches Südamerika. Liefert sehr hartes Werkholz. Engler-Pr. (21).

L. minor Jacq. Brasilien, Kolumbien. »Marmites de Singe«, »Sapucaia-Mirim«. Das Holz ist von großer Dauer und dient zu Schiffs- und Wasserbauten, zu Tischler- und Wagnerarbeiten.

L. ollaria L. Trop. Südamerika. »Kakeralli«, »Sapucaia-pilao«. Das Holz ist gleichmäßig und tiefbraun bis rötlichbraun, ungewöhnlich hart, im Wasser sehr dauerhaft, den Bohrmuscheln angeblich widerstehend, daher gut verwendbar bei Werft- und Schleusenbau; auch geeignet zur Herstellung des Fachwerks bei Hausbauten. Stone (6).

L. grandiflora Aubl. Guayana. »Monkey pot«, »canari macaque«. Liefert hellrotes bis orangerotes, glänzendes Werkholz zu Möbeln, Drechslerwaren und Faßdauben. Stone (6).

Cariniana excelsa Cas. (*Couratari estrellensis* Roddi). »Jequitibà vermelho«.
C. brasiliensis Cas. (*Couratari legalis* Mart.). »Jiquitibá.«
C. domestica (Mart.) Miers. »Jiquitibá.«

Sämtlich in Brasilien, liefern zähes, hartes, dauerhaftes Werkholz. Engler-Pr. (21).

85. Rhizophoraceae.

Ceriops Candolleana Arn. Trop. Afrika, Asien und Australien. »Tangal«, »mkandala«, »Mangrove«. Das rote, harte Holz wird beim Schiffsbau verwandt. Watt (260).

Rhizophora mangle L. Amerikanische Mangrove. »Manga robeira«, »Mongue sapateiro«, »Red Mangrove«. Soll »Pferde-

fleischholz« liefern. Wiesner (23), Harris (118).

R. mucronata Lam. Hauptbestandteil der Mangrove an der Sansibarküste (dort »Mkonko«), dann auf den Seychellen, Madagaskar, im ganzen tropischen Asien und Australien. »mkala«, »bacauan«, »belukap«. Holz mit rotem oder braunrotem Kern und dunkleren, oft fast schwarzen Querzonen, sehr hart und schwer, sehr spröde, stark schwindend, aber sehr dauerhaft, ist in holzarmen Gegenden Ostafrikas zu Bauzwecken sehr geschätzt. Engler (50). Siehe Tándaholz II, 152.

Carallia integerrima D. C. Voderindien, Ceylon, Philippinen. »Bacauan-gubat.« Liefert rotes, hübsch gezeichnetes, hartes Holz zu Bauzwecken, Möbeln und feineren Tischlerarbeiten. Watt (260), Engler-Pr. (21), Troup (319, 1).

Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lam. Stattlichster Baum der Mangroveformation. Afrika und Asien. Das im Kern rote, ausnehmend harte Holz, ganz ähnlich dem von *Rhizophora*, wird in Indien bei Bauten und zur Herstellung von Möbeln verwandt. Watt (260), Engler (50).

Anisophyllea zeylanica Benth. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

A. cabole Henriq. St. Thomé. Das gelbliche bis hell kastanienbraune, mit dunkleren Wellenlinien gezierte Holz, fest, dauerhaft, von 0,78 spez. Gewicht, ist zu Bauten, Möbeln und Luxuswaren sehr geschätzt. A. F. Moller (313, 1).

86. Combretaceae.

Terminalia Brandisii Engl. Ostafrika. Liefert Holz zu Laststangen. Engler-Pr. (21).

T. dictyoneura Diels und *T. macroptera* Guill. et Perr., beide in Afrika (Togo) »Ssua«, liefern ausgezeichnetes, glänzend braunes, zähes und dauerhaftes Nutzholz. Volkens (54).

T. superba Engl. Siehe Mukonjaholz II, 153.

T. catappa L. Madagaskar, Malaiischer Archipel, Neu-Guinea. »Tropical almond«, »Etagenbaum«, »Mandelbaum«, »mkungu«, »katapang«. In den Tropen der alten und neuen Welt angepflanzt. Liefert hartes, rotes Nutzholz. Watt (260), Harris (118).

T. belerica Roxb. Indien, Ceylon, Malakka. »Myrobalanenwood«, »tandi«, »bulu«. Das gelblich-graue, harte Holz, dem von *Ougeinia dalbergioides* ähnlich, nicht dauerhaft, wird als Bau- und Werkholz namentlich auch zu Pfluggestellen und Versandkisten verwandt. Watt (260), Harris (118).

T. chebula Retz. Vorder- und Hinterindien, Ceylon, indischer Archipel. »Pilla murda wood«, »hari-taka«. Liefert gelblich- bis grünlichbraunes, sehr hartes, zähes und dauerhaftes Bau- und Werkholz. Watt (260).

T. citrina Roxb. Indien. Liefert Bauholz. Watt (260).

T. paniculata W. et A. Westl. Vorderindien. »kindal«, »hongal«. Liefert wertvolles Nutzholz. Watt (260), Pearson, R. (448).

T. tomentosa W. et Arn. Ostindien, Ceylon. »Sain«, »Saj«, »asan«, »maradu«. Das harte Holz, mit rötlichweißem Splint und dunkelbraunem, dunkler gestreiftem Kern, dient in ausgedehntem Maße als Bau-, Werk- und Möbelholz, liefert auch Eisenbahnschwellen; gleicht, poliert, im Aussehen dem Nutzholz und gilt als eins der besten Hölzer zur Herstellung von Stethoskopen. Watt (260).

T. arjuna Bedd. Vorderindien, Ceylon. »Arjun«, »Kahua«. Liefert sehr hartes, als geringerwertig geltendes Bau- und Nutzholz. Watt (260), Rodger, A. (490).

T. obovata Camp. und

T. acuminata Eichl., beide in Brasilien, liefern Bauholz. Engler-Pr. (21).

Anmerkung: Das Holz aller Terminalia-Arten besteht aus dickwandigen Holzfasern, oft wechselnd mit tangentialen Schichten von Holzparenchym. Die Gefäße, mit einfacher Durchbrechung ihrer Glieder, sind radial angeordnet, die Markstrahlen meist ein-, seltener zwei- bis dreischichtig. Brandis (358).

Anogeissus leiocarpa Guillem. et Perrotet. Afrika (Senegambien bis Abessinien). »Echechébaum«, »tsetse«, »kamnâ«, »Ayin«. Liefert im Kern fast schwarzes, ebenholzähnliches, sehr termitenfestes Nutzholz, eins der besten von Togo. Engler-Pr. (21), Tropenpflanzer (308), Volkens (54).

A. latifolia Wall. Vorderindien. »Dhaura«. Holz gelblichgrau, dunkler gezont, glänzend, im purpurbraunen Kern ausnehmend hart, wegen seiner großen Festigkeit und Zähigkeit als Bau-, Werk- und Möbelholz sehr geschätzt, liefert auch Bahnschwellen und vortreffliche Kohle. Watt (260).

A. acuminata Wall. Östliches Vorder- und Hinterindien. Das dem vorigen ähnliche, mäßig harte Holz dient zu Bauzwecken. Watt (260).

Anmerkung: Das Holz der Anogeissus-Arten enthält dickwandige Holzfasern, radial angeordnete, von Parenchym umgebene Gefäße und einschichtige Markstrahlen. Brandis (358).

Conocarpus erecta Jacq. Trop. Amerika und Westafrika. »Florida Button wood«, »Mangle Botón«, »Mangle colorado«. Liefert hartes und dichtes, sehr politurfähiges, dem von Anogeissus im Bau ähnliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Bucida buceras L. Guayana, Westindien, Zentralamerika, Florida. »Ucar«, »Bucaro«, »Chêne français des Antilles« Liefert Kunstholz. Wiesner (23).

Combretum Borsigianum Engl. et Diels. Ostafrika (Kilossa). Liefert sehr gesuchtes Bauholz. Engler u. Harms (302).

C. kilossanum Engl. et Diels. Ostafrika (Kilossa). Liefert wertvolles Holz. Engler u. Harms (302).

C. Petersii (Klotzsch) Engl. Ostafrika (Kilossa). »Munangára«, »mssumbiye«. Liefert wertvolles Nutzholz mit fast schwarzem Kern, gelblichem Splint und angenehmem Geruch (»Weihrauchholz«). Engler-Harms (302).

C. primigenum Marloth. Afrika (Hereroland). Liefert wertvolles Nutzholz. Engler-Pr. (21).

C. truncatum Welw. Südliches tropisches Afrika. (Angola bis Mozambique) Desgleichen. Engler-Pr. (21).

C. Schelei Engl. Sansibarküste. Liefert in seinem sehr harten und schweren Holz mit tief dunkelrotbraunem Kern und gelbem, braun gezontem Splint eines der wichtigsten Nutzhölzer Afrikas. Engler (50).

C. Schumannii Engl. Ostafrika (Usambara). »Mkongolo.« Liefert ebenholzähnliches Nutzholz mit schwarzem Kern und knochenartig glänzendem, dunkler gezontem Splint. Engler (50).

Laguncularia racemosa Gaertn. f. Westküste des tropischen Afrika und tropischen Amerika. »White mangrove«, »Button wood«, »Mangle blanco«. Ein Nutzholzbaum Jamaikas. Harris (118).

87. Myrtaceae.

Myrtus communis L. Myrte. Mittelmeerländer. »Myrte commun«, »Myrtle wood«. Das dichte, feste, elastische Holz liefert Spazierstöcke. Engler-Pr. (21).

Psidium guajava L. (Raddi). Aus Südamerika stammend und von hier nach allen Tropengegenden eingeführt. »Guayabo colorado«, »pyitá«, »Guayabo amarillo«. Das harte Holz wird für Holzschnitzereiarbeiten und Speergriffe verwandt.

Myrceugenia apiculata (D. C.) Ndz. [*Eugenia Luma* (Mol.) Berg.] in Südamerika und andere Arten der Gattung liefern außerordentlich festes Stellmacherholz. »Luma.« Engler-Pr. (21).

Eugenia ligustrina Willd. in Brasilien und andere Arten der Gattung liefern ungemein festes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

E. fragrans Willd. Jamaika. Liefert das »Mountain Zebrawood«. Harris (118).

E. Ventenatii Benth. Nordaustralien. »Drooping Myrtle.« Das grau-rötliche, schwere, hübsch gezeichnete Holz eignet sich für Handgriffe, Bootsrippen und Verandafußböden.

Jambosa aromatica (Bl.). Java. Liefert das »Kupferholz« zu feinen Möbeln. Engler-Pr. (21).

J. malaccensis (L.) D. C. Polynesien. Das Holz wird zu feinen Möbeln verarbeitet. Engler-Pr. (21).

Syzygium jambolana (Lam.) D. C. (*Eugenia jamb.* Lam.). Wild und angebaut durch das ganze ostindisch-malaiische Gebiet, auch auf Mauritius. »Black plum«, »nagal«, »durobbi«. Das ziemlich leichte, mäßig harte, rötlichgraue, dunkelbraunrote Ringzonen zeigende Holz gilt als sehr dauerhaft und den Angriffen der Ameisen widerstehend und wird in Indien bei Bauten besonders im Wasser, sowie als Werkholz verwandt. Engler (50), Watt (260).

S. operculatum (Roxb.) Ndz. (*Eugenia op.* Roxb.). Ceylon, Hinterindien, Sundainseln. Liefert Bau- und Werkholz. Watt (260).

S. guineense (Willd.) D. C. Westafrika (Togo). »Mshihui«, »tschapéa«. Liefert weißes, sehr leicht zu bearbeitendes, sehr dauerhafts Bau- und Schnitzholz. Volkens (54).

Metrosideros scandens Banks et Sol. Neuseeland. »Akibaum.« Liefert Lebensholz »Lignum vitae« von Neuseeland. Engler-Pr. (21).

M. polymorpha Forst. Neu-Süd-Wales und von Neuseeland bis zu den Sandwichinseln. »Ohia lehua«, »Lehua« (Sandwichinseln), »Vuga« (Fidschiinseln), »Puarata« (Samoainseln). Liefert vorzügliches Bau- und Brennholz. Engler-Pr. (21).

M. robusta A. Cunn. Neuseeland. Liefert das dunkelrote, harte und schwere, doch leichtspaltig und gut zu bearbeitende, zähe, dauerhafte, bei Bauten (auch im Schiffsbau) und für Eisenbahnwagen angeblich besonders verwendbare Rataholz. Semler (12), Stone (6).

M. tomentosa A. Cunn. Neuseeland. »Pohutikawa.«

M. lucida Menz. Neuseeland. »Rata.«

M. vera Rumph. Von Sumatra bis Ceram. »Nani« (auf Amboina).

Liefern vortreffliches, rotes, zu den »Eisenhölzern« zählendes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Semler (12), Stone (6).

Xanthostemon verdugonianus Nav. Australien. »Mancouo.« Liefert sehr hartes, schweres Nutzholz (Ersatz für *Guajacum officinale*). Rogers (359). Siehe auch Indian Forester (360), Trop. Agric. (361).

Tristania neriifolia R. Br. Neu-Süd-Wales. Liefert festes, elastisches Holz. Engler-Pr. (21).

T. obovata Benn. Bangka. Liefert gute Holzkohle. Engler-Pr. (21).

Syncarpia glomulifera (Sm.) (*S. laurifolia* Tenore.). Queensland und Neusüdwales. »Turpentine.« Nach F. v. Mueller (170) wird das ziemlich leichte, brüchige, aber sehr politurfähige und dauerhafte Holz in der Kunsttischlerei verwandt.

Eucalyptus gomphocephala D. C. Westaustralien. »Tooart«, »Tewart«. Liefert hellgelbes, auffallend hartes, sehr schweres und schwierig zu bearbeitendes Holz zum Schiffsbau. Semler (12), E. J. Parry (366), Stone (6).

E. globulus Lab. Neusüdwales. Vandiemensland, Tasmanien. »Blue gumtree«, »Blauer Gummibaum«, »Balluk«. Das hellfarbige, harte und schwere Holz steht an Dauerhaftigkeit und Nutzwert hinter den meisten der hier genannten Eukalyptushölzer zurück. Semler (12), Stone (6).

E. corynocalyx F. v. Muell. Südaustralien, Vandiemensland. Zuckeriger Fieberheilbaum, »Sugar gumtree«. Das Holz zählt zu den besseren seiner Gattung und wird gleich diesen verwandt; hält sich im Boden sehr gut. Semler (12).

E. diversicolor F. v. Muell. Westaustralien. »Karri.« Das hellfarbige, gedämpft biegsame, geradfaserige, zähe Holz dient beim Schiffsbau, liefert Planken, Speichen, Felgen und findet in Europa, vor allem in England zur Straßenpflasterung zunehmende Verwendung. Semler (12), Bull. Misc. (293, 1), Prometheus (364), L. Diels (365), Stone (6). Siehe auch bei Jarrah-Holz.

E. botryoides Smith. Neusüdwales, Vandiemensland, Queensland. »Bastard-Mahogany«, »Swamp- oder Gippsland-Mahogany«, »Bastard-Jarrah«, »Bangalay«, »Binnak«. Liefert tiefbraunes bis dunkelrotes, glattes, schweres, hartes und zähes, doch leicht zu bearbeitendes, trotz vorkommender »Harzstreifen« und Risse sehr geschätztes Holz zu Wagnerarbeiten und Schindeln. Spez. Gew. 0,89. Semler (12), P. Busch (27).

E. goniocalyx F. v. Muell. Südaustralien, Neusüdwales, Vandiemensland. »Gefleckter Gummibaum«, »Bastard box«. Liefert hellgelbes bis braunes, hartes, zähes, außerordentlich dauerhaftes und sehr geschätztes Holz zu Wagnerarbeiten, zum Schiffsbau und zu Bahnschwellen. Semler (12).

E. crebra F. v. Muell. Siehe Iron bark.

E. maculata Hook. Siehe Spotted gum.

E. robusta Sm. Neusüdwales, Queensland. »White Mahogany«, »Swamp mahogany« usw., »Brown Gum«. Liefert lichtbraunes bis angeblich dunkelrotes, schwer

zu spaltendes, würzig duftendes Nutzholz von 0,889—1,098 spez. Gew. J. W. Fawcett (367), Busch (27).

E. calophylla R. Br. Westaustralien. »Gum-boom«, »Red gum tree« usw. Liefert Bau- und Werkholz und nach P. Busch (27) einen Teil des »Australischen Mahagoni«. Stone (6).

E. rostrata Schl. Auf dem ganzen australischen Kontinent. »Roter Gummibaum«, »Red gum tree«. Liefert mit *E. marginata* (»Jarrah« siehe unten) das wertvollste aller Eukalyptushölzer, welches rötlichbraun gefärbt, sehr druckfest und außerordentlich dauerhaft, beim Schiffs-Haus- und Brückenbau sowie zu Wagnerarbeiten und Bahnschwellen ausgedehnte Verwendung findet, auch in seiner Widerstandsfähigkeit gegen Seewürmer dem Jarrahholz am nächsten kommt. Semler (12), Engler-Pr. (21), J. Grisard (368).

E. Raveretiana F. v. Muell. Queensland. Grauer oder Eisen-Gummibaum. »Grey or Iron gum tree«. Liefert dunkelfarbiges, sehr hartes, außerordentlich festes und namentlich zu Erdbauten geschätztes Nutzholz. Semler (12).

E. tereticornis Smith. Neusüdwales, Vandiemensland, Queensland. »Mountain Gum«, »Slaty-flooded gum«, »Mungurra«. Liefert geschätztes Nutzholz, namentlich für Radnaben und -felgen. Engler-Pr. (21).

E. resinifera Smith. Neusüdwales. Queensland. »Roter oder Wald-Mahagonibaum«, »Red mahogany Eucalypt«, in Queensland »Jimmin Low«, auch »Botany Bay Gum« und »Red Stringybark«. Das hellbraune bis blutrote, von »Harzgängen« durchzogene, sehr harte und schwer zu bearbeitende Holz dient vornehmlich zum Schiffsbau. Semler (12), P. Busch (27), Stone (6).

E. cornuta Lab. Westaustralien. »Yate-tree.« Liefert sehr schweres Holz zu Wagnerarbeiten und Bootrippen. Semler (12).

E. microcorys F. v. Muell. Siehe Tallow-wood.

E. eugenioides Sieber. Neusüdwales, Vandiemensland, Queensland. »White Stringy bark«, »Broad-leaved stringybark«. Liefert geschätztes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

E. amygdalina Lab. Südaustralien, Neu-Süd-Wales, Vandiemensland, Tasmanien. »Weißer oder Sumpf-Gummibaum«, »Giant Eucalypt«, »Wangara«. Das Holz, leichter und weniger dauerhaft als das der anderen hier genannten Arten, findet beim Schiffs- und Hausbau sowie zu Stellmacherarbeiten Verwendung. Semler (12), Engler-Pr. (21).

E. obliqua L'Hér. Siehe Stringy-bark.

E. pilularis Smith. Siehe Black-butt.

E. marginata Don. Siehe Jarrah.

E. paniculata Smith. Neusüdwales, Südaustralien, Vandiemensland, Tasmanien. »White iron bark tree of New South Wales« usw. Liefert hartes, dauerhaftes Bauholz und vortreffliche Bahnschwellen. F. v. Mueller (170).

E. punctata D. C. Neusüdwales. »Grey gum«, »Hickory«, Yellow box«. Splint gelb, Kernholz rötlichbraun. Das Holz ist sehr geschätzt wegen seiner bedeutenden Dauerhaftigkeit. Infolge seiner geringen Festigkeit nur für Schiffs- und Hausbau, sowie für Straßenpflaster geeignet.

E. leucoxylon F. v. Muell. Neusüdwales, Südaustralien, Queensland, Vandiemensland. »Eisenrindenbaum«, »weißer Gummibaum«, »Iron bark tree«. Das fahlgelbe bis hellrötlichbraune, außerordentlich harte und feste, sehr zähe, dauerhafte, »schwach fettige« Holz dient zu Bauzwecken, Wagnerarbeiten, Bahnschwellen. Semler (12). Engler-Pr. (21). F. v. Mueller (170).

E. siderophloia Benth. Neusüdwales, Queensland. »Large-leaved tree«, »White iron bark tree«, »Tandleroo«. Liefert das meiste und beste »Eisenrindenholz«, welches noch härter als das von *E. leucoxylon*, hellfarbig, schwer, dauerhaft und schwierig zu bearbeiten ist und vielseitig verwandt wird, namentlich zu Radspeichen und Radzapfen sowie zu Bahnschwellen. Semler (12), F. v. Mueller (170).

E. doratoxylon F. v. Muell. Westaustralien. »Spearwood tree.« Liefert geschätztes, durch besondere Festigkeit und Elastizität ausgezeichnetes Nutzholz. Engler-Pr. (21), F. v. Mueller (170).

E. loxophleba Benth. Westaustralien. »York gum tree«. Liefert sehr zähes Bau- und Wagnerholz. E. F. Parry (366), F. v. Mueller (170), Stone (6).

E. melanophloia F. v. Muell. Neusüdwales, Queensland. »Silver-leaved iron bark tree.« Liefert hartes, dauerhaftes Holz zu Telegraphenstangen und Bahnschwellen. F. v. Mueller (170).

E. marginata Sm. Westaustralien. »Jarrah«, »Western Australian Mahogany«. Der wichtigste Baum in den Waldungen Australiens. Das mahagoniartige Holz ist sehr hart und dicht und ist hinsichtlich der Dauerhaftigkeit für allgemeine Konstruktionszwecke geeignet.

E. saligna Smith. Neusüdwales. »Blue gum tree«, »Flooded gum tree«. Liefert vortreffliches, viel benutztes Schiffsbauholz. F. v. Mueller (170). Bei Stone (6) sind auch noch einige andere Eukalyptusarten als Nutzholz liefernd angeführt.

Leptospermum amboinense Reinw. Östliche kleine Sundainseln, Molukken. Das sehr harte Holz dient zur Anfertigung von Handwerkzeugen. Engler-Pr. (21).

L. scoparium Forst. Neuseeland. »Manuka.« Liefert ein hartes, dunkles, ahornähnliches Holz für Pfosten, Wagenräder, Umzäunungen und für Möbel.

Callistemon salignus (Sm.) D. C. Südöstliches Australien, Tasmanien. Liefert eines der härtesten Nutzhölzer Australiens. Engler-Pr. (21).

Melaleuca leucadendron L. Australien, malaiisches Gebiet bis Hinterindien. »River oak«, »White bottle brush«, »Unoyie«, »Cajeput tree«, »Paper bark tree«, Silberbaum«. Das rötlichbraune bis rote Holz ist hart und schwer, termitenfest, sehr dauerhaft im Boden, daher zu Erdbauten besonders geeignet, aber auch zum Mühlenbau wie für Zimmermanns- und Drechslerarbeiten empfohlen. Engler-Pr. (21), Stone (6).

M. viridiflora Soland. Neukaledonien. »Niaouli.« Liefert ein vorzügliches hartes Zimmerholz und das sogenannte Niaouli-Öl, das nach Frankreich in den Handel kommt.

88. Melastomataceae.

Astronia papetaria Blume. Malaiischer Archipel. Das Holz ist als Bauholz verwendbar. Engler-Pr. (21).

Mouriria Aubl. Mehrere der (im tropischen Amerika) einheimischen Arten liefern Bauholz. Engler-Pr. (21).

Memecylon edule Roxb. Ostindien, Ceylon. »Iron-wood tree«, »Nipis kulit«. Liefert wertvolles, hartes, dauerhaftes Nutzholz, das auch als Ersatz für Buchsbaumholz empfohlen wurde. Watt (260).

89. Araliaceae.

Polyscias nodosa Seem. Philippinen. »Malabapaya«, »malasapsap«, »tukudlangit«. Das leichte, sehr weiche, gelblichweiße Holz wird für Zündhölzer, Zündholzschachteln, Konstruktionszwecke, Packkisten und Flöße verwandt.

Aconthopanax ricinifolium S. et Z. (*Kalopanax ricinifolius* Miq.). Nördliches Japan. »Japanische Eiche«, »Hari-giri«. Liefert sehr schönes und geschätztes Möbelholz. Kawai (1).

Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne. et Pl. Portoriko, tropisches Amerika. »Yagrume macho«, »Grayumo«, »Llagrume macho«. Das hellolivbraune, feine, mäßig harte, schwere Holz dient für Bretter, Balken beim Hausbau und für Zündhölzer.

Panax elegans C. Moore et F. v. Muell. Nordöstliches Australien. »Laurel«, »Mowbulan whitewood«. Liefert ein weißes, in der Struktur ulmenähnliches leichtes und weiches Holz, das zur Anfertigung von Krikett-Schlaghölzern und als Blindholz verwandt wird.

Schlefflerodendron usambarense Harms. Tropisches Afrika (Usambara). Liefert das Usambara-Buchsholz. A. Zimmermann (165).

90. Cornaceae.

Nyssa multiflora Wangenh. (*N. silvatica* Marsh.). Nordamerika. »Black gum«, »Pepperidge«, »Stinkwood«, »Tupelo«. Das sehr zähe, schwerspaltige Holz dient zu Radnaben, Radzähnen, Speichen, zu Pfeilern an Werften, zu Wasserleitungsröhren, auch zu kleineren Gebrauchsgegenständen, Holzschuhen usw. Semler (12), Mayr (62), Roth (68). Siehe auch Tupeloholz II, 156.

Nyssa uniflora Wangenh. (*N. tomentosa* Mchx.). Nordamerika. »Tupelo gum.« Das sehr leichte Holz, zäh und schwerspaltig, dient zu Drechslerwaren. Mayr (62). Das Wurzelholz der nordamerikanischen Nyssaarten liefert die »Tupelostifte« für

chirurgische Zwecke. Engler-Pr. (21), wo auch die weitere Literatur.

Nyssa sessiliflora Hook. f. Ostindien, Java. Das graue, weiche Holz wird zu Bauten und anderweitig verwandt. Watt (260).

Alangium Lamarckii Thw. Ostindien (nordwestlicher Himalaja bis Ceylon und Tenasserim). Liefert schönes, hartes, zähes und festes Nutzholz mit hellgelbem Splint und braunem Kern. Watt (260).

A. vitiense (A. Gray) Baill. Ostaustralien, Fidschiinseln. »Musk tree.« Liefert ein glänzend gelbes Möbelholz mit schwarzem Kern, hübsch gekräuseltem Faserlauf und moschusartigem Geruch.

Mastixia tetrandra Clarke. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Curtisia faginea Ait. Südafrika (Kapland bis Natal). »Assegai wood«, »Cape lancewood«, »Gomlehbe«. Liefert fast gleichmäßig rötlichbraunes, ungewöhnlich hartes und dichtes, zähes, doch vortrefflich zu bearbeitendes Möbel- und Werkholz. Oft mit dem Holz von *Cunonia capensis* verwechselt. Stone (6).

Cornus sanguinea L. Siehe Holz des roten Hartriegels II, 158.

C. mas L. Siehe Holz der Kornelkirsche II, 157.

C. florida L. Siehe Holz des Blumenhartriegels II, 159.

C. Nuttallii Audubon. Pazifisches Nordamerika. »Dogwood«, »Flowering dogwood«, »Western dogwood«. Holz mit reichlichem cremefarbigem Splint und rötlichbraunem Kern, sehr hart und fest, äußerst dicht, sehr geeignet für Werkzeugstiele und Drechslerarbeiten, gutes Formholz. Stone (6).

Aucuba japonica Thunb. »Aokiba«. Das im Kern schwarzbraune, harte, schwere, doch leichtspaltige Holz wird in der Drechslerei verwandt. Kawai (1), Exner (271).

91. Clethraceae.

Clethra obovata Ruiz et Pav. Peru. Liefert sehr hartes Nutzholz. Wiesner (23).

C. tinifolia Sw. Jamaika. Liefert Nutzholz, »Soap-wood«. Harris (18).

92. Ericaceae.

Rhododendron arboreum Sm. Vorderindien, Ceylon. Das rötlichweiße bis -braune Holz wird vornehmlich zur Herstellung kleiner Gegenstände wie Schüsseln, Schachteln und dergleichen benutzt. Watt (260).

Arbutus Menziesii Pursh. Britisch-Kolumbien bis Kalifornien. »Westamerikanischer Erdbeerbaum«, »Strawberry tree«, »Madrone tree«, »Manzanita«. Das feine, dichte und geradfaserige Holz wird zur Herstellung von Schießpulverkohle, ferner zu kleineren Drechslerarbeiten und Tischlerarbeiten verwandt.

Arcostaphylos pungens H. B. K. Kalifornien. »Kalifornische Bärentraube.« Das schöne, rötliche, gewöhnlich hellstreifige, ziemlich weiche, aber äußerst dichte, gut spaltbare und leicht zu bearbeitende Holz wird in der Drechslerei und zu Galanteriewaren verwandt. Stone (6).

Erica arborea L. Siehe Holz der Baumheide II, 160.

93. Myrsinaceae.

Myrsine melanophleos R. Br. Kapland bis ins Kamerungebirge. »Cape beech«, »Beukenhout«. Das auffallend schöne, bräunlichrötliche, durch sehr breite Markstrahlen ausgezeichnete, harte und zähe Holz ähnelt dem der Eiche, übertrifft dieses aber weit, ist gut zu bearbeiten und »steht« gut, dient beim Waggonbau. Stone (6).

M. Grisebachii Hieron. Argentinien. »Polo blanco«, »Lanza blanca«. Liefert ein gut brauchbares Holz für Schwellen, Möbel, Tischlerei, Drechslerei und für den Wagenbau.

Maesa indica Wall. Indien, Ceylon. Das grobe weiche Holz liefert Pfosten. Watt (260).

94. Sapotaceae.

Illipe latifolia (Roxb.) Engler. (*Bassia l.* Roxb.). Vorderindien. »Butter tree«, »Mahuà tree«. Liefert hartes, im Kern rötliches Nutzholz. Watt (260).

I. malabrorum König (*Bassia longifolia* L.). Ceylon, Malabar. »Mowa tree«, »Mahuà tree of South India«. Liefert rötliches, mäßig hartes Nutzholz, auch zu Bauzwecken und für Schiffskiele. Watt (260), Engler-Pr. (21).

Labourdonnaisia calophylloides Boj. Maskarenen und andere Arten der Gattung liefern »Bois de natte«. Engler-Pr. (21).

Palaquium polyanthum (Wall.) Engl. (*Dichopsis pol.* Benth. et Hook. f.). Von Silhet bis Chittagong. »Tali«, »Sill kurta«, »Thainban«. Liefert geschätztes, auch für Teekisten geeignetes Nutzholz. Watt (260).

P. grande (Thwaites) Engl. Ceylon. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

Achras sapota L. Antillen. »Sapotillbaum«, »Breiapfel«, »Mispelboom«, »Sapota«, »Bullet wood«. Das Sapotenholz ist dunkelroter oder rötlichbrauner Färbung, sehr hart, fest, schwer und äußerst dauerhaft. Es wird zur Herstellung von Möbeln, bei der Tischlerei und zu Bauzwecken verwandt.

Butyrospermum Parkii (G. Don.) Kotschy. Oberguinea, oberes Nilgebiet. »Schiebutterbaum«, »karité«, »tango«. Liefert schön bräunlich rotes, sehr polierfähiges Möbelholz. Volkens (54).

Labatia macrocarpa Mart. Oberes Gebiet des Amazonenstromes. »Balata indien.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Lucuma cainita A. D. C. Argentinien. »Aguay.« Das Holz wird für Zimmermannsarbeiten und in der Kunsttischlerei verwandt.

L. multiflora A. D. C. Tropisches Amerika. »Acana«, »Jacana«, »Contrevent«. Liefert ein hellfarbiges, fein- und gradfaseriges, in poliertem Zustande hübsches, hartes, sehr schweres, festes und dauerhaftes Holz für Rahmen, Mühlrollen und für den Hausbau.

Sideroxylon inerme L. (*S. cinerum* Lam.). Kapland und Küsten Ostafrikas, an der Sansibarküste »Mogongoongo« (Muoa) oder »Mtunda« (Tanga). Das hellgraugelbe, durch braunrote Flecken und Striche prächtig gezeichnete Holz ist im Kaplande sehr geschätzt zum Schiffsbau, für Mühlen, Brücken usw., wird nach Semler (12) auch »weißes Eisenholz von Mauritius« genannt. Engler (50).

Dipholis salicifolia (L.) A. D. C. Westindien. Galimeta oder »Weißer Sternapfelbaum«, »White bull tree«, »Bustic«, Almendron«. Liefert das sehr feste, im frischen Zustande blutrote »Galimetaholz«. Auch das Holz der beiden anderen Arten der Gattung, *D. nigra* (Sw.) Griseb. und *D. montana* (Sw.) Griseb. (Brasilien) ist durch große Festigkeit ausgezeichnet. Engler-Pr. (21).

Bumelia lycioides (L.) Gärtn. f. Atlantisches Nordamerika. »Buckthorn Bumelia.«. Liefert nach Semler (12) »Eisenholz«.

B. tenax Willd. Florida. Wiesner (23).

Argania sideroxylon Röm. et Schult. Südwestl. Marokko. »Argan«, »Morocco ironwood«. Liefert »Eisenholz«. Engler-Pr. (21).

Chrysophyllum Roxburgii Don. Von Kashia und Silhet durch Hinterindien bis nach Java und Sumatra. »Star apple«, »petakara«, »pala«, »thakya«. Liefert weißes, mäßig hartes Holz zu Bauzwecken und Teekisten. Watt (260), Lewis (288).

C. Lacourtianum de Wild. Tropisches Afrika (Stanley Pool). Liefert helles, ziemlich leicht zu bearbeitendes, dauerhaftes Nutzholz.

Ch. msolo Engl. »Msolo.« Usambara. Liefert vortreffliches, schön gezeichnetes Nutzholz. Engler (50). Auch die übrigen, zahlreichen Arten der Gattung sind ihres harten, dauerhaften Holzes wegen geschätzt. Engler-Pr. (21).

Mimusops balata Gaertn. (*Sapota Muelleri* Linden). Guayana, Antillen. »Balatabaum«, »Kugelbaum«, »Bullet wood«, »Bulle tree«, »Bolletrie«, »Balata rouge« in Surinam. Vermutlich eine Stammpflanze des »Pferdefleischholzes« (siehe II, 30). Engler-Pr. (21), Wiesner (23), Stone (6).

M. elata Fr. Allem. Brasilien. »Massaranduba.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

M. elengi L. Westliches Vorderindien und Ceylon, in den Tropenländern auch kultiviert. »bukal«, »khiri«, »magadam«, munamal. Liefert im Kern rotes, sehr hartes und dauerhaftes Nutzholz, auch für die Kunsttischlerei. Watt (260).

M. kauki L. Von Birma durch Hinterindien bis ins tropische Australien. »Adamsapfel«, »Poma d'Adaeo«, »Muanamal«. Liefert eines der härtesten und dauerhaftesten Nutzhölzer, das gleich dem anderer Arten der Gattung als »Eisenholz« in den Handel kommt. Engler-Pr. (21).

M. sulcata Engl. Sansibarküste, Usambara, hier »Mzensi«. Das hellgelbe, hell-

braun gezonte und gestrichelte, außerordentlich schwere und harte Holz ist nach Gilg [Engler (50)] eins der hervorragendsten Nutzhölzer Ostafrikas. Noch schöneres liefern nach demselben Autor:

M. cuneata Engl., und

M. fruticosa Boj., beide in Ostafrika.

M. djave (Laness.) Engl. Siehe Njabiholz II, 161.

M. multinervis Bak., Oberguinea, und *M. Kerstingii* Engl., Togo, liefern dem von *Butyrospermum* ähnliches, elastisches, vornehmlich zur Herstellung von Bogen verwendetes Holz. Volkens (54).

M. lacera Bak. Oberguinea, Kamerun, Gabun. »African pearwood«, »wueti«, »Aganokwi«, »mbimo«. Das harte, dunkelrote Holz liefert gute Spazierstöcke. Volkens (54).

M. littoralis Kurz. Andameneninsel und Nikobaren. Liefert das schöne, im Kern rotbraune bis nelkenbraune, sehr harte und dauerhafte »Andaman bullet wood« zu Bauzwecken. »mahwa«, »katpali«. Watt (260), Engler-Pr. (21).

M. imbricaria Willd. Bergwälder von Mauritius. »Nattier«, »Bardottier«. Nach Engler (21) die Stammpflanze des »Bois de Natte«, welchen Namen übrigens, nach demselben Autor, auch dort wachsende Arten von *Labourdonnaisia* Bojer führen.

M. sp. Kap. Liefert »Red Milkwood«. Wiesner (23).

Malacantha robusta A. Cheval. Elfenbeinküste, Gabun. »aninguéri«, »aouámé«. Das Holz wird für Tischlerei und Bauzwecke gebraucht.

95. Ebenaceae.

Royena lucida L. Kapland. »Zwartbast«, »Black wood«. Liefert schmutzig braunes, sehr hartes und zähes, etwas schwer zu bearbeitendes Nutz- und Bauholz. Engler-Pr. (21).

Euclea pseudebenus E. Mey. Südwestl. Afrika. Liefert das als »Orangefluß-Ebenholz«, »Orange river ebony«, »Zwartebenhout« bezeichnete Nutzholz. Engler-Pr. (21), Sadebeck (33).

E. racemosa L. und *E. undulata* Thunb., beide in Südafrika, liefern Werkholz. Engler-Pr. (21).

Maba buxifolia (Roxb.) Pers. Trop. Afr., ind. Monsungebiet, Australien. »Ebony«, »galarigal«, »kihagilo«, »guakoli«.
M. mualata Welw. Trop. Westafrika.
M. geminata Br. R. Australien.
— Liefern dunkles, außerordentlich hartes und dauerhaftes Nutzholz (namentlich die erstgenannte Art) Engler-Pr. (21), Engler (50), Watt (260).

Diospyros mespiliformis Hochst. Trop. Afrika. Eins der wichtigsten Nutzhölzer Ostafrikas. »tingaló«, »Kawraw«, »Monkey Guava«. Liefert angeblich eine Sorte des schwarzen Sansibar-Ebenholzes, das übrigens nach Gilg (11) auch von Akaziaarten aus der Gruppe der *A. triacantha*, von *Dalbergia melanoxylon* und anderen Hölzern mit schwarzem Kern geliefert werden dürfte. Engler (50). Nach Volkens (54) ist es jedoch fraglich, ob die Art überhaupt Ebenholz liefert.

D. tupru Buch.
D. melanoxylon Roxb.
D. silvatica Roxb.
D. ebenum Koenig.
D. ebenaster Retz.
D. montana Roxb.
D. ramiflora Roxb.
D. peregrina (Gärt.) Gürke. (*D. embryopteris* Pers.).
— Siehe Bombey-Ceylon- und Siam-Ebenholz II, 163.

D. haplostylis Boiv.
D. microrhombus Hiern.
— Siehe Madagaskar-Ebenholz II, 163.

D. tesselaria Poir. Maskarenen. Liefert das schwarze Mauritius-Ebenholz. Engler-Pr. (21), Sadebeck (33).

D. dendo Welw. Tropisches Westafrika (auch im Kamerungebiet). Liefert das schwarze Gaboon-, Old Calabar- und Lagos-Ebenholz. Engler-Pr. (21), Sadebeck (33), Stone (6).

D. atropurpurea Gürke. Westafrika (Kamerun). »Brown ebony«, »Epindepinde«, »Bibindi«. Liefert Ebenholz. Gilg (11).

D. monbuttensis Gürke. Westafrika (Togo). »Walkingstick ebony«, »Ungunmekkan«, »Etjannaka«. Das harte, sehr

feste Holz dient zu Spazierstöcken, Dachsparren, Keulen. Volkens (54).

D. tricolor (Schum. et Thonn.) Hiern. Westafrika (Togo). Das weiße, sehr harte Holz liefert Spazierstöcke. Volkens (54).

D. incarnata Gürke. Tropisches Afrika. Liefert Ebenholz. »Ebène d'Ilkelemba.« Kongo-Museum.

D. Perrieri Jum. Madagaskar. »Lopinga«, »Lopingo«. Liefert Ebenholz. Jumelle, H. (372).

D. lotus L. Japan. »Kurokaki«, »Mamegaki«, »amluk«. Liefert wertvolles, im Kern oft pechschwarzes Nutzholz, auch zu Kunstarbeiten. Mayr (2), Exner (271).

D. Kurzii Hiern. Andamanen. Liefert ein »Zebra wood«, auch »Andaman marble wood« genannt. Troup (319, 2).

D. ebenaster Retz, im indischen Archipel, in Vorder- und Hinterindien, auf Mauritius kultiviert, im tropischen Amerika eingeführt, liefert einen Teil des schwarzen Manila-Ebenholzes, sowie das aus Mexiko stammende Ebenholz von Acapulco und Cuernavaca. Engler-Pr. (21).

D. philippensis (Desr.) Gürke (*D. discolor* Willd.) liefert mit der vorigen Art das schwarze Manila-Ebenholz. Engler-Pr. (21).

D. melanida Poir. und

D. chrysophyllos Poir., beide auf den Maskarenen, sowie vermutlich auch

D. malacapaï A. D. C., Philippinen, liefern »Weißes Ebenholz«, »White ebony«. Engler-Pr. (21), Sadebeck (33).

D. hirsuta L. f. siehe Coromandel- oder Calamander-Ebenholz II, 163.

D. multiflora Blanco. Philippinen. »Canomoi«, »Canomai«, sowie angeblich auch

D. pilosanthera Bl., Philippinen, liefern das buntstreifige Camagoon-Ebenholz. Engler-Pr. (21), Sadebeck (33).

D. chloroxylon Roxb. Ostindien. «aulanche«, »tori«, »anduli«. Liefert grünes Ebenholz. Siehe II, 163.

D. rubra Gärtn. Mauritius. Liefert das rote Ebenholz.

D. virginiana L. Siehe Persimmonholz (Dogholz) II, 164.

D. texana Scheele. Mexikanische Dattelfeige. Von Texas bis Nordamerika. »Schwarzes Dattelpflaumenholz«, »Chapote«. Liefert das schwarze oder mexikanische Persimmonholz. Semler (12).

96. Symplocaceae.

Symplocos theaefolia Ham. Ostindien. »kharani«, »chashing«. Das weiße, weiche Holz liefert Pfosten zum Hausbau. Watt (260).

S. racemosa Roxb. Ostindien, China. Das weiße, harte, auch dauerhafte Holz findet zu Möbeln Verwendung. Watt (260).

S. tinctoria (L.) L'Hér. Nordamerika (Delaware bis Louisiana und Florida). »Yellow wood«, »Florida laurel«. Liefert eine Art Gelbholz, »Sweat wood«. Wiesner (23).

Auch andere Arten der Gattung liefern Nutzholz. Engler-Pr. (21).

97. Styracaceae.

Halesia corymbosa (Sieb. et Zucc.) Benth. et Hook. Altjapan, China. »Asagara.« Liefert wertvolles, dunkles Kernholz.

Styrax japonicum S. et Z. Japan. »Yego.« Liefert Drechslerholz. Exner (271), Kawai (1).

St. leprosum Hook. et Arn. Argentinien. »Coqy«, »Carne de vaca«. Liefert ein hartes, rötliches Holz.

98. Oleaceae.

Fraxinus ornus L. Siehe Holz der Blumenesche II, 166.

F. floribunda Wall. Ostindien. »banarish«, »sum«, »angan«, »tahasi«. Liefert Holz zu Pfluggestellen, Rudern, Wagenachsen, Spinnrädern u. dgl. Watt (260).

F. longicuspis S. et Z. (*F. Bungeana* D. C. var. pubinervis Wg.). Japan. »Toneriko.« Das Holz dient zu Werkzeughesten. Exner (271), Kawai (1).

F. Sieboldiana Bl. Japan. »Shiojii.« Liefert sehr gesuchtes Holz zu Möbeln und zur inneren Ausstattung der Wohnräume. Kawai (1).

F. excelsior L. Siehe Eschenholz II, 165.

F. americana L. Nordamerika. »Weißesche«, »White ash«, »Cane ash«. Liefert vielfach genutztes Holz zu landwirtschaftlichen Geräten, beim Wagenbau, zu Werkzeugstielen, Rudern usw. Mayr (62), Semler (12).

F. nigra Marsh. (*sambucifolia* Lam.). Nordamerika. »Schwarzesche«, »Korbesche«, »Black ash«; das Holz, kanadisches Ebenholz, hat großen Gebrauchswert, auch für Faßreifen, Körbe und anderes Flechtwerk. Mayr (62), Semler (12).

F. quadrangulata Michx. Nordamerika. »Blauesche«, »Blue ash«, »Frêne anguleux«. Das Holz ist zu Wagenbau und zu Bretterware sehr geschätzt. Mayr (62), Semler (12).

Nathusia swietenioides (Roxb.) O. Ktze. (*Schrebera swietenioides* Roxb.) Ostindien. »moka«, »makkam«, »karindi«, »thitswelwe«. Liefert bräunlichgraues, hartes, dauerhaftes Nutzholz zu Karrenrädern, Kämmen, Drechslerwaren. Watt (260).

Syringa vulgaris L. Siehe Holz des Flieders II, 167.

Phyllyrea latifolia L. Siehe Holz der Steinlinde II, 168.

Osmanthus aquifolium (Sieb. et Zucc.) Benth. et Hook. (*Olea ilicifolia* Hassk.) Japan. »Hiiragi.« Aus dem Holze werden kleine Möbel, Kämme, Drechslerwaren und Kinderspielzeug hergestellt. Exner (271), Kawai (1).

O. americanus (L.) Gray. Nordamerika. »Devilwood«, »Native Olive«. Liefert sehr hartes, dauerhaftes Nutzholz. Engler-Pr. (21).

Notelaea ligustrina Vent. Australien. »Heartwood«, »Spurious olive«. Liefert gutes Nutzholz als Eisenholz von Tasmanien. Engler-Pr. (21), Semler (12).

Olea europaea L. Siehe Holz des Ölbaumes (Olivenholz) II, 169.

O. verrucosa Link.
O. laurifolia Lam. (*O. undulata* Jacq.). »Black iron wood.«
O. capensis L. »Iron wood«, »Olivenhout«.
O. exasperata Jacq. »Black iron wood«.

Sämtlich im Kaplande, liefern geschätztes Nutzholz. Engler-Pr. (21), Stone (6).

O. chrysophylla Lam. Inseln Mauritius und Bourbon, Ostafrika (in Usambara »Msiagembe«), Abessinien »attum«, »auleh«, »wogera«. Das hellgelbe, dunkelbraun getüpfelte und gestrichelte, sehr schwere und harte, sehr politurfähige Holz ist sehr geschätzt. auch zu feineren Arbeiten. Engler (50).

O. lancea Lam. Réunion. Liefert Kunsttischlerholz. Wiesner (23).

O. cuspidata Wall. Ostindien. »khwan«, »kohu«, »khau«. Das harte, sehr politurfähige Holz, dem von *Olea europaea* ähnlich, findet vielseitige Verwendung und ist auch in der Holzschneiderei an Stelle des Buchsbaumholzes brauchbar. Watt (260).

O. dioica Roxb. Ostindien. »attajam«, »koli payar«, »man idalei«. Das hellfarbige Holz dient in Assam in ausgedehntem Maße zur Anfertigung von Gegenständen des Hausgebrauches. Watt (260).

O. glandulifera Wall. Südindien bis zum Himalaja. »gulili«, »gair«, »kunthay«. Liefert hellbraunes, mäßig hartes, dauerhaftes, sehr politurfähiges Bau- und Nutzholz. Watt (260).

O. paniculata R. Br. Neu-Süd-Wales und Queensland. Liefert »Marble wood.« Wiesner (23).

O. Cunninghami Hook. f. Neuseeland. »Black maire«. Das tiefbraune, schwärzlich gestreifte, harte, feste und dichte Holz, durch Festigkeit und Dauer ausgezeichnet, der Bohrmuschel widerstehend, eignet sich besonders zu allen Arten von Wasserbauten. Stone (6).

O. lanceolata Hook. f. Neuseeland. »White maire.« Das Holz mit rötlichem Splint und schmutzig braunem Kern, von mäßiger Härte, doch feinfaserig und dicht, wird wie Eschenholz verwandt. Stone (6).

Ligustrum vulgare L. Siehe Holz der Rainweide II, 170.

L. robustum Bl. (*Phillyrea robusta* Roxb.) Bengalen, Birma, China. Liefert sehr dauerhaftes und hartes Holz. Carrey et Wall (462).

99. Salvadoraceae.

Dobera loranthifolia Warb. Ostafrika (Usambara). Das sehr schwere und harte, prächtig gefärbte (auf hellgelbem Grunde braun gefleckte und gestrichelte), leicht schneidbare Holz eignet sich zu den feinsten Arbeiten. Engler (50).

Salvadora persica L. Indien, Persien, Syrien, Arabien, Zentralafrika. »Toothbrush tree«, »pilu«, »charlijal« »ughai«, »waragogu«, »Zahnbürstenbaum«. Die ausgefransten Enden der abgeschnittenen Zweige dienen als Zahnbürsten. Sadebeck (33).

S. oleoides Dene. Pandschab. Afghanistan. Liefert rötliches, mäßig hartes Werkholz. Watt (260).

100. Loganiaceae.

Strychnos nux vomica L. Tropisches Indien, namentlich Madras und Tenasserim. »Strychnin - Baum«, »kuchla«, »yetti«, »kujarra«, Strychnine tree«. Liefert bräunlichgraues, hartes, angeblich von den Termiten nicht angegangenes Werk- und Kunstholz. Watt (260).

St. potatorum L. fil. Ostindien. »The Clearin Nut tree«, »nel mal«, »chilla«, jugini. Liefert hartes, dichtes Bau- und Werkholz. Watt (260).

St. Engleri Gilg. Sansibarküste, Usambara. Das hellgelbe, hellbraun punktierte und gestrichelte, sehr harte und schwere, oft prächtig gemaserte Holz mit zahlreichen »Leptom-Inseln« eignet sich nach Gilg zu den feinsten Arbeiten und zählt zu den schönsten Hölzern. Engler (50).

St. Volkensii Gilg. Sansibarküste. Auch das Holz dieser Art, dem der vorigen in Farbe und Zeichnung ähnlich, doch ohne mit freiem Auge sichtbare »Leptom-Inseln«, äußerst hart und ziemlich schwer, ist eins der schönsten Ostafrikas. Engler (50).

Fagraea fragrans Roxb. Molukken, indischer Archipel. »Sumatra Eisenholz«, »anan«, »tembusa«, »dolo«. Liefert das braune, schön gezeichnete, harte und dichte, sehr dauerhafte, von der Bohrmuschel nicht angegangene »Königsholz«, eines der wichtigsten Nutzhölzer Birmas, beim Haus- und Brückenbau, zu Werftpfählen, Bootankern und anderweitig verwendet. Watt (260), Engler-Pr. (21), Wiesner (23).

Nuxia floribunda Benth. Kapland. »Vlier«, »Elder«. Das gleichmäßig und tief rötlichbraune Holz, so hart wie Buchsholz, bearbeitet sich wie dieses und eignet sich besonders für die Drechslerei. Stone (6).

Buddleia salvifolia Lam. Südafrika. »Saliehout«, »Umkaya«. Das rötlichbraune, sehr harte und zähe Holz dient in der Kunsttischlerei, zur Herstellung von Zähnen für Mühlenräder, von Holztypen, Jochen, findet auch beim Wagenbau Verwendung. Stone (6).

101. Apocynaceae.

Arduina (*Carissa*) *spinarum* A. D. C. [nach Schumann (373) vielleicht nur ein Zustand von *A. carandas* (L.) K. Sch.]. Ostindien. Liefert hartes, glänzendes Holz für Kämme und Drechslerwaren. Watt (260).

Plumiera articulata Val. Guayana. »Balata blanc.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Gonioma kamassi (Eckl.) Mey. Südafrika, Natal. »Kamassi«, »East-London boxwood«. Das gleichmäßig hellgelbe, sehr harte und dichte Holz dient als Ersatz für Buchsholz. Stone (6).

Holarrhena antidysenterica (Roxb.) Wall. Ostindien. »Kurchi bark«, »Conessi bark«. Liefert weißes, weiches, in der Drechslerei und Schnitzerei viel verwandtes Holz. Watt (260).

H. mitis (Vahl.) R. Br. Ostindien. »kiriwalla«, »kiri-mawaa«. Das dem vorigen ähnliche Holz dient auf Ceylon zu feinen Kunstarbeiten. Watt (260).

H. Wulfenbergii Stapf. Tropisches Westafrika. »The male rubber-tree.« Liefert weißes, leicht schneidbares Holz zu Schnitzarbeiten. Volkens (54).

Alstonia scholaris (L.) R. Br. Ostindien bis ins tropische Australien und nach Neuguinea. »chatwan«, »pala«, »taungmeôk«. Das weiße, weiche, sehr leichte Holz dient vornehmlich zu Teekisten, zu welcher Verwendung es sich sehr eignet, aber auch zu Möbeln, Särgen, Messerscheiden usw. Watt (260), Lewis (288). Siehe Korkhölzer II, 182.

A. spectabilis R. Br. Insel Timor. Liefert »Korkholz«. Wiesner (23).

A. congensis Engl. Siehe Bokukaholz II, 171.

Aspidosperma quebracho blanco Schlecht. Siehe weißes Quebrachoholz.

A. excelsum Benth. Guayana. »Paddle wood.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

A. peroba Allem. Paraguay. »Palo rosa.« Holz rötlich, rasch nachdunkelnd, leicht, sehr verwendbar bei Bauten und in der Tischlerei. Endlich (269).

A. Vargasii. Siehe Westindisches Buchsholz.

Aspidosperma macrocarpon Mart. Brasilien. »Guatambú«, »Guatambú vermelho«. Das Holz ist in der Tischlerei sehr beliebt und wird für Stühle, Fuß-

bodendielen, auch beim Schiffsbau verwandt.

Rauwolfia inebrians K. Sch. Ostafrika. Aus dem hellgrauen, etwas gelblichen Holze werden Schüsseln und dergleichen geschnitzt. Engler (50).

Kickxia elastica Preuss. Westafrika (Kamerun). Siehe Dinjóngo-Holz II, 172.

Wrightia tinctoria (Roxb.) R. Br. Vorderindien bis Timor. »tedlapal«, »veypalé«, »kala kudu«. Liefert elfenbeinweißes, hartes Holz zu Drechslerwaren und Schnitzwerk. Watt (260).

W. tomentosa (Roxb.) Roem. et Schult. Vorderindien, Ceylon. »karingi«, »dudhi«, »taungsalat«. Das gelblichweiße, mäßig harte Holz wird gleich dem vorigen verwandt. Watt (260).

W. lanti (Blanco) Merr. Philippinen. »Lanete«, »lamisi«, »tigig«. Liefert ein für Holzschnitzerei geeignetes, hell rahmfarben weißes, an altes Elfenbein erinnerndes Hólz.

102. Asclepiadaceae.

Periploca graeca L. Mittelmeergebiet. Das zähe Holz dient zu Drechslerarbeiten. Wiesner (23).

103. Convolvulaceae.

Humbertia madagascariensis Lam. (nach Baillon identisch mit *Endrachium* Juss.). Madagaskar. Das gelbe, als ungewöhnlich fest geltende Holz duftet wie Sandelholz. Engler-Pr. (21).

Anmerkung: *Convolvulus scoparius* L., Kanarische Inseln, und *C. virgatus* Webb., vielleicht auch *C. floridus* L. (*Rhodorrhiza florida* Webb.), beide auf Teneriffa, lieferten ehemals das »Lignum Rhodi« zur Darstellung des Rosenholzöles. Engler-Pr. (21), Wiesner (23).

104. Borraginaceae.

Cordia abyssinica R. Br. Abessinien. »Wanza«, »Auhi«. Liefert vortreffliches Nutzholz. Engler-Pr. (21).

C. gerascanthus Jacq. Tropisches Amerika. Liefert das braune, dunkelgezonte, mäßig harte, nach Rosen duftende »Rosenholz von Dominica« auch »Bois de Cypre«, »bois des roses«, »bois de Rhodes«, »Spanish Elm«, »Prince-wood«, eins der besten Nutzhölzer von Jamaika. Wiesner (23), Semler (12), Stone (6).

C. alliodora (R. et Pav.) Cham. Peru und Brasilien. »Arbo del Ajo.« Liefert Nutzholz. Engler-Pr. (21).

C. Chamissoniana Steud. Brasilien. »Loro negro.« Liefert schönes nußbraunes Möbelholz von 0,810 spez. Gew. Endlich (269).

C. Sebestana L. Florida, Westindien, nördliches Südamerika. »Geigertree«, »Aloëwood«, »San Bartolomé«. Liefert eine Art Rosenholz. Wiesner (23).

C. scabra Desf. Martinique. Desgleichen. Wiesner (23).

C. decandra Hook. et Arn. Chile. »Carbon.« Liefert Holzkohle. Engler-Pr. (21).

C. subcordata Lam. Von Ostafrika bis Neuholland und zu den Sandwichinseln. Liefert Werkholz. Engler-Pr. (21).

C. myxa L. Ägypten bis tropisches Australien, auch häufig kultiviert. »lasora«, »bohari«, »thanat«, »Sebestan plum«. Liefert graues, mäßig hartes Nutzholz, auch zum Bootsbau. Watt (260).

C. gharaf Forsk. (*C. Rothii* Roem. et Schult.). Ägypten, Arabien, westliches Indien. Liefert graues, dichtes, hartes Bau- und Werkholz. Watt (260).

C. Macleodii (Griff.) Hook. f. et Thoms. Westlicher subtropischer Himalaja. »dhengah«, »bot«, »baurlo«. Das hellbraune, schön gezeichnete, sehr harte, zähe und elastische Holz wird hauptsächlich zu Möbeln und feineren Tischlerarbeiten benuzt. Watt (260).

C. obliqua Willd. und

C. vestita (D. C.) Clarke, beide im subtropischen westlichen Himalaja, liefern dem vorigen ähnliches Werkholz. Watt (260).

Patagonula americana L. »Ipé branco« (Brasilien), »Guayavira« (Argentinien). Liefert vorzügliches, sehr biegsames Nutzholz von 0.891—0,907 spez. Gew. Engler-Pr. (21), Endlich (269).

Ehretia abyssinica R. Br. Abessinien und Westafrika. »Kirroah« in der Tigresprache. Liefert Werkholz. Engler-Pr. (21).

Ehr. laevis Roxb. Persien, Indien, China. »chamror«, »paldatan«, chavandi«. Liefert Bau- und Werkholz. Watt (260).

105. Verbenaceae.

Citharexylum cinereum L.
C. quadrangulare Griseb.
C. caudatum L. »Dama«, »Buena noche«.

Sämtlich im tropischen Amerika. Liefern sehr hartes Bauholz: »Bois de cotelet«. Engler-Pr. (21).

Aegiphila verrucosa Schau. Venezuela, Kolumbien. »Tovar.« Liefert Bauholz. Engler-Pr. (21).

A. martinicensis L. Brasilien. Liefert westindisches Eisenholz, »Bois Cabri«. Semler (12), Wiesner (23).

Tectona grandis L. S. Teakholz II, 173.

Premna tomentosa Willd. Ostindien. Auf dem Kontinente »Teligu Naura« oder »Nagal«, auf Ceylon »Booscuru«. Wird wegen des geschätzten Holzes angepflanzt. Engler-Pr. (21).

P. Zenkeri Gürke. Westafrika (Togo). Holz weiß, mittelschwer, für Schiffsplanken, Bootsrippen und Möbel sehr geeignet. Volkens (54).

Vitex Cienkowskyi Kotschy et Peyr. Westafrika (Togo). »fôjiti«, »gidjikó«, »koto«. Holz dem der vorgenannten Art ganz gleich. Volkens (54).

V. altissima L. fil. Dekkanische Halbinseln. »Macla«, »Myrole« auf Ceylon, »Mibella«. Das graue bis olivenbraune harte Holz von 1,008 spez. Gew. ist eins der wertvollsten Bau- und Nutzhölzer Indiens. Watt (260), Engler-Pr. (21), Engler (50).

V. peduncularis Wall. Ostindien. »Osai«, »marakata«. Liefert rötlichgraues, schweres und hartes Nutzholz. Watt (260).

V. pubescens Vahl. Tropisches Asien. »Hairy-leaf molave«, »halban«. Liefert sehr hartes Nutzholz. Wiesner (23).

V. lignum vitae A. Cunn. Australien, Neuseeland. Liefert wertvolles Holz. Engler-Pr. (21).

V. littoralis A. Cunn. Neuseeland. Liefert das dunkelbraune, als mäßig hart aber außerordentlich dauerhaft bezeichnete, in seiner Heimat für Bahnschwellen, Pfosten und Tragpfeiler allen anderen vorgezogene, auch zu Schiffsrahmen verwandte und als »Neuseeländisches Teak« bezeichnete »Puririholz«. Semler (12), Stone (6).

V. geniculata Blanco. Philippinen. Liefert ein geschätztes, strohgelbes, schweres Nutzholz, »Molaveholz«. Semler (12).

Gmelina arborea L. Vorderindien. »Gumhar«, »Goomar-Tek«, »Pedda Gomra«, »Gumaldi«. Das gelblich oder rötlichweiße, glattfaserige, glänzende, weiche aber feste Holz, leicht und gut zu bearbeiten, ist eines der geschätztesten und vielseitigst verwandten Nutzhölzer Indiens, in seiner außerordentlichen Dauerhaftigkeit nach Roxburgh sogar dem ähnlichen Teakholz überlegen. Watt (260), Engler-Pr. (21), Rodger, A. (491).

G. Leichhardtii Benth. Australien. (*Tectona australis* Hill.?) Ostaustralien. Liefert angeblich das australische »Beech«- oder »White-beech«-Holz von Neusüdwales. O. Blank (375), Wiesner (23).

Avicennia officinalis L. Tropisches Ostafrika, Asien, Australien. »Api-Api«, »White mangrove«. Das prachtvoll gefärbte, auf hellviolettem Grunde dunkler gezeichnete, sehr harte und schwere Holz eignet sich zu verschiedenen Gebrauchszwecken. Engler (50), Wiesner (23), Watt (260).

106. Scrophulariaceae.

Paulownia tomentosa K. Koch. (*P. imperialis* S. et Z.). Japan. »Kiri.« Das schöne, außerordentlich leichte und leicht zu bearbeitende Holz wird sehr vielseitig verwandt, insbesondere zu allen Arten von Möbeln, Kassetten, Drechslerwaren und Schnitzereien, auch für eingelegte Arbeiten. Exner (271), Kawai (1), Mayr (2).

P. Fortunei Hemsley. China, Japan. Liefert das leichte, angenehm duftende »Wutungholz«, das in China unter anderm auch bei Bauten und zu Särgen verwandt wird, in Japan ausschließlich Schuhsockel und Sandalen liefert. Notizblatt bot. Gart. u. Mus. Berlin (303).

Wightia gigantea Wall. Östlicher Himalaja. »lakori«, »bop«. Aus dem weißen, weichen und leichten Holz werden buddhistische Idole geschnitzt. Watt (260).

107. Bignoniaceae.

Clytostoma noterophilum (Mart.) B. et K. Sch. Brasilien. Die krebsroten Zweige

werden als Pâode Camerâo zu Spazierstöcken benutzt. Engler-Pr. (21).

Millingtonia hortensis L. f. (*Bignonia suberosa* Roxb.). Awâ, Tenasserim, durch Kultur in den Tropen weit verbreitet. »Indian cork tree«, »kulanim«, potean«. Das gelblich weiße, weiche, sehr polierfähige Holz dient zu Möbeln und Verzierungen. Watt (260).

Jacaranda Juss. Unter den etwa 30 (von den Bermudainseln bis Brasilien verbreiteten) Arten sollen sich einige Stammpflanzen des zu Möbeln hochgeschätzten Jacaranda- oder Palisanderholzes befinden. Engler-Pr. (21). Siehe auch unter Papilionatae, Machaerium- (II, 103) und Palisanderholz (II, 104).

Catalpa speciosa Warder. Westliche Catalpa, mittlere und südliche Vereinigte Staaten. »Cigartree«, »Bois Shavanon«, »Catalpa«. Liefert vielseitigst verwandtes Nutzholz, besonders äußerst dauerhafte Bahnschwellen. Mayr (62), Semler (12), Mayr (2).

Tabebuia pentaphylla Hemsl. Westindien. »Zapatero«, »White cedar« (Bermuda), »White wood« (Brasilien), »Roblo blanco« (Kuba), »Poirier de la Martinique«. Liefert ein hellgelbes bis braunes, sehr hartes »West Indian Boxwood«. Ridley (378), Stone (6).

Tecoma leucoxylon (L.) Mart. Siehe Grünes Ebenholz II, 163.

T. ipé Liais. Südbrasilien, Paraguay, Uruguay, Argentinien. »Tayi pichal« oder »Lapacho crespo«. Liefert vorzügliches Nutzholz, dessen gelbes Sägmehl Wasser rötet. Endlich (269).

T. pentaphylla (L.) Juss. Nördliches Südamerika. »Jamaika« oder »Westindisches Buchsholz«, »White cedar«, »White wood«, »Roble colorado«. Das hellgelbe, feine, dicht- und glattfaserige, mäßig harte Holz wird für Hausbauten, beim Bootsbau und für Pfahlwerk gebraucht.

Tecomella undulata Seem. Westliches Indien, Belutschistan, Arabien. »Radbar« »rahira«, »lohero«. Das graue oder gelblichbraune, hellgestreifte, zähe, dichte und dauerhafte Kernholz ist zu Möbeln und Schnitzarbeiten sehr geschätzt. Watt (260).

Dolichandrone longissima (Lour.) K. Sch. (*D. Rheedii* Seem., *Spathodea longiflora* Vent.). Malabra bis Neuguinea. Gilt als eine Stammpflanze des Pferdefleischholzes. Wiesner (23).

D. atrovirens (Benth.) K. Sch. (*D. falcata* Wall.). Vorderindien. Liefert weißliches, hartes, glattfaseriges, ein glänzendes Aussehen erhaltendes Bau- und Werkholz. Watt (260).

D. stipulata Benth. Burma und Andamanen. »mahlwa«, »paukyan«. Liefert im Kern orangerotes, schön gezeichnetes, hartes Nutzholz. Watt (260).

Stereospermum chelonioides (L. fil.) D. C. Vorderindien, Ceylon, Sundainseln. »pader«, »parari«, »tagada«, »kuringkura«. Liefert rötlichbraunes oder orangefarbiges, weiches, aber elastisches, dauerhaftes Holz zu Bauzwecken, Teekisten und Luxuswaren. Watt (260).

St. dentatum A. Rich. Abessinien bis Usambara. »Mkande.« Das intensiv hellgelbe, feinwellig gezonte, sehr harte und schwere Holz dient zu Bauzwecken. Engler (50).

St. suaveolens (Roxb.) D. C. Ostindien. »paral«, »pandri«, »ela palol«. Das harte, sehr dauerhafte Holz mit gelblichbraunem Kern wird zu Bauzwecken hoch geschätzt, liefert auch vortreffliche Kohle. Watt (260).

St. xylocarpum Wight. Dekkan. »vadencarni«, »edangkorna«, »jai-mangal«. Das harte, zähe, elastische, im Kern braune, harzreiche Holz findet in der Kunsttischlerei Verwendung. Watt (260).

Kigelia aethiopica Dcne. Ostafrika. »Ntandi.« Liefert Bauholz. Gürke u. Volkens (379).

108. Columelliaceae.

Columellia oblonga Ruiz et Pav. (*C. sericea* H. B. K., *C. arborescens* Pers.). Peru bis Columbien. Liefert sehr hartes Nutz- und Brennholz. Engler-Pr. (21).

109. Rubiaceae.

Chimarrhis cymosa Jacq. Westindien. Das Holz ist zu Möbeln sehr gesucht. Wiesner (23).

Wendlandia exserta D. C. Tropischer Himalaja. »chaulai«, »kangi«, »kattito«. Liefert rötlichbraunes, sehr hartes, dichtes, zähes Bau- und Werkholz. Watt (260).

W. montana (Roth.) K. Sch. (*W. Notoniana* Wall.). Vorderindien (Dekkan).

Liefert dem vorigen ähnliches Nutzholz. Watt (260).

Hymenodictyon excelsa Roxb. (*H. Horsfieldii* Miq., *Kurria* Hochst.). Westlicher Himalaja. »Blendreng«, »bartu«, »sagapu«, »dudippa«. Das dichte Holz von heller Mahagonifarbe wird zu landwirtschaftlichen Geräten, Schäften, Spielwaren und dergleichen verarbeitet. Watt (260), Wiesner (23).

Crossopteryx africana (Wint.) K. Schum. Westafrika (Togo). »tyenyeolo«, »pasau«. Liefert eines der besten Nutzhölzer der Kolonie, hellbraun, sehr hart und schwer, von den Eingeborenen zu Weberschiffchen verarbeitet. Volkens (54).

Exostema floribundum (Sw.) Roem. et Schult. Westindien. »Bois tabac.« Liefert Nutzholz. Wiesner (23).

Adina cordifolia (Willd.) Hook. f. Vorderindien. »haldu«, »roghu«, »heddi«, »hnaw«. Das gelbe, mäßig harte, dauerhafte, sehr politurfähige Holz findet ausgedehnte Verwendung zu Bauten, Möbeln, Ackergeräten usw. Watt (260), C. Cox (445).

A. macrophylla (Lepr. et Guill.) K. Schum. Kamerun, Oberguinea. Das weißgelbe Holz eignet sich zu Bauten und Möbeln. Gilg (116).

A. microcephala Hiern. Westafrika (Togo). »bará.« Holz gleich dem von *Crossopteryx africana* (siehe oben), frisch von eigentümlichem Duft, sich fettig anfühlend. Volkens (54).

Mitragyne parvifolia Korth. Vorder- und Hinterindien, malaiischer Archipel, Kaiser-Wilhelms-Land. »kulm«, »chinna kadambu«, »mundi-mundi«. Das lichtbraune, mäßig harte, leicht zu bearbeitende, gut politurfähige und im Trocknen dauerhafte Holz wird vielfach benutzt. Watt (260).

M. inermis (Willd.) K. Sch. Tropisches Westafrika. »Intyú«, »Shero«. Liefert gelblichweißes, gutes Bau- und Möbelholz. Engler-Pr. (21).

M. macrophylla Hiern. Westafrika (Togo, Kongogebiet). »Vuku«, »bahia«, »yaryar«, »Burocossa« (Kongo-Museum). Liefert hellfarbiges, vortreffliches Nutzholz. Volkens (54).

M. africana Korth. Westafrika (Togo). »sesseu«, »akpakossa«. Liefert termitenfestes, hartes Bauholz, auch für Hüttentüren. Volkens (54).

Anmerkung: Das Holz der Mitragynearten, die alle wasserreichen Boden bevorzugen, steht bei vielen Völkern des äquatorialen Afrika in hohem Ansehen, da es trotz seiner Härte sich leicht schneiden läßt und auch unter Wasser ausdauert. Volkens (54).

Nauclea grandifolia Bl. Java. Liefert rotes, festes Werkholz, »Galeh« der Sundanesen, »Ati« der Malaien. Wiesner (23), Engler-Pr. (21). Auch das harte, zähe und feste Wurzelholz dieser und anderer Arten der Gattung wird verarbeitet. Wiesner (23).

Sarcocephalus cordatus (Roxb.) Miq. Ceylon, Malakka, malaiischer Archipel, Nordaustralien. »vammi«, »bakmi«, »bancal bulala«. Liefert Holz zu Teekisten. Lewis (288).

S. Trillesii Pierre. Siehe Bilingaholz II, 177.

Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq. Ostindien, auch kultiviert. »kaddam«, »pandur«, »ma-u«, »atta vanji«. Liefert gelblichweißes, weiches Holz zu Bauzwecken und Teekisten. Watt (260).

Chomelia nigrescens (Hook. f.) K. Sch, Usambara, Gebiet des Kilimandscharo. Liefert hellgelbes, bräunlich gezontes, sehr hartes und schweres, sehr wertvolles, vielseitig verwendbares Nutzholz. Engler (50).

Burchellia bubalina R. Br. Kapland. Liefert das harte »Büffelholz«. Engler-Pr. (21).

Randia dumetorum (Retz.) Lam. Abessinien, Vorderindien, südliches China, Sundainseln. »manyul«, »mindla«, »karay«, »kukuru-man«. Liefert weißes bis lichtbraunes Nutzholz. Watt (260).

Gardenia gummifera L. f. Vorderindien. »dikamali«, »chitta bikke«. Das gelblichweiße, harte Holz kann als Ersatz des Buchsbaumholzes dienen. Watt (260).

G. Thunbergia L. f. Togo und Südafrika. »fifei«, »kau kutoku«. Liefert ein hartes, schweres und ziemlich festes Holz, aus dem Keulen, Löffel und dergleichen geschnitzt werden.

Posoqueria latifolia (Lam.) Roem. et Schult. Von Brasilien bis Venezuela, Neugranada und Trinidad verbreitet. »Brasilianische Eiche«, »Kama-danni«.

Das Holz liefert die »Brazilian oak walking sticks«. Ridley (378).

Genipa americana L. Südamerika, Antillen. »Nandipá«, »Genipapo«. Liefert Holz zu Gewehrschäften. Wiesner (23).

Oxyanthus speciosus P. D.C. Ostafrika (Usambara). »Msala.« Liefert vielseitig verwendbares Nutzholz. Mismahl (301).

Plectronia didyma (Roxb.) Krz. Vorderindien, Malakka, China. »neckanie«. »abalu«, »Ceylon Boxwood«. Liefert Werkholz. Watt (260).

Craterispermum montanum Hiern. St. Thomé. »Macambrará.« Das Holz, von 0.70 spez. Gew., dient beim Haus- und Wagenbau und in der Tischlerei. Ad. F. Moller (313, 2).

Erithalis fruticosa L. Liefert eine Art »Zitronenholz«. Engler-Pr. (21).

Ixora ferrea (Jacq.) Benth. (*Sideroxylon triflorum* Vahl.). Antillen. »Hackia«, »Lignum vitae«. Liefert das braune, heller und dunkler gezonte, sehr harte Westindische Eisenholz oder Eisenholz von Martinique, das bei der Bearbeitung nach Tuberosen duften soll. Engler-Pr. (21), Semler (12), Stone (6).

110. Caprifoliaceae.

Sambucus nigra L. Siehe Hollunderholz II, 178.

Viburnum lantana L. Siehe Holz des wolligen Schneeballs II, 180.

V. opulus L. Siehe Holz des gemeinen Schneeballs II, 179.

V. erubescens Wall. Vorderindien, Ceylon. »ganné«, »damshing«. Das rötliche, sehr harte Holz dient beim Hausbau, kann auch als Ersatz für Buchsholz benutzt werden. Watt (260).

Lonicera xylosteum L. Siehe Beinholz II, 181.

111. Compositae.

Vernonia senegalensis Less. Westafrika. »avenya«, »tusima«. Holz leicht bräunlich, ziemlich dicht, mittelschwer, gut schneidbar. Zweige und Wurzeln des Baumes dienen als Zahnbürsten. Volkens (54).

Tarchonanthus camploratus L. Südafrika, in Usambara »Mzeza«. Das leuchtend hellgelbe, dunkelbraun gezonte, auffallend harte und ziemlich schwere Holz ist verschiedentlich verwendbar, unter anderm auch für musikalische Instrumente. Engler (50), Engler-Pr. (21).

Olearia argophylla F. v. Muell. (*Orybia arg.* Cass.). Australisches Bisamholz, »Musk wood«. Wiesner (23).

Moquinia polymorpha D. C. Brasilien, Montevideo. »Tatané-moroti«. »Cambrara«. Liefert festes, dauerhaftes, gut brennendes Holz. Endlich (269).

II. Besondere Beschreibung der wichtigsten Nutzhölzer.

a) Die Nadelhölzer.

Wichtigste Literatur: (2, 5, 62, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 411, 413, 422, 423, 425, 427, 438, 439, 446, 450, 455, 461, 466, 470, 474, 478, 479, 481, 486, 498, 510, 518, 525, 530, 538, 543, 544, 548, 549, 550, 551, 554, 555, 556, 565). Über den Bau des Holzkörpers der Nadelbäume (Coniferae) und des diesem ähnlichen der Ginkgoaceae wurde das wichtigste schon in den einleitenden Abschnitten mitgeteilt. Als allgemeine Eigentümlichkeiten, die diese Hölzer von allen technisch wichtigen dikotyler Bäume und Sträucher unterscheiden, seien hier noch besonders hervorgehoben:

α) Echte Gefäße fehlen; daher erscheint das Früh- und Spätholz bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge auf Längsschnittflächen gleichmäßig dicht, das heißt nicht längsfurchig oder rinnig, also nicht »nadelrissig«, für die Lupenbetrachtung auf Querschnittflächen gleichmäßig porös. Nur bei den Hölzern von *Sequoia sempervirens* (»Red wood«) und *Taxodium distichum* (»Bald cypress«) kann die ungewöhnliche Weite der Tracheiden schon für das freie Auge eine feine »Nadelrissigkeit« der Längsschnittflächen verursachen. Fichten, Lärchen, Kiefern und Douglastannen bilden die in den Holzsträngen verlaufenden Harzgänge. Letztere erscheinen im Querschnitt als einzelne weite Poren. Diese, als solche erst mit der Lupe erkennbar, erscheinen dem freien Auge als mehr oder minder deutliche, meist im Spätholz liegende Pünktchen, denen auf Längsschnittflächen feine Streifchen entsprechen. Um diese in jedem Falle deutlich wahrnehmen zu können, muß die sorgfältig hergestellte Längs-

schnittfläche derart gegen das einfallende Licht geneigt werden, daß es sie voll bestreicht.

β) Die Jahresringe sind sehr deutlich. Die große Deutlichkeit beruht auf dem meist sehr erheblichen Dichtenunterschied zwischen dem Früh- und Spätholz. Das letztere bildet entweder beiderseits scharf abgegrenzte Zonen von dunklerer Färbung oder erscheint in solcher doch nach außen, das heißt gegen das Frühholz des nächst jüngeren Jahresringes, scharf abgegrenzt.

γ) Die Markstrahlen sind unkenntlich. Diese sind mit unbewaffnetem Auge weder im Querschnitt noch im tangentialen Längsschnitt des Holzkörpers wahrzunehmen.

Charakteristisch für das mikroskopische Querschnittsbild der Nadelhölzer ist die Ordnung der Zellentracheiden [Gothan (230) nennt sie »Hydrostereiden«] ohne oder mit spärlichem, vereinzeltem Holzparenchym — in radialen Reihen, eine Regelmäßigkeit, die nur dort eine Unterbrechung erleidet, wo Harzgänge die Holzstränge durchziehen. Im Längsschnitt erscheinen auf den radialen, der Schnittrichtung parallelen Tracheidenwänden die kreisförmigen Hoftüpfel; in der Breite der Wand liegen meist nur einer, seltener je zwei, nur bei Sequoia, Taxodium und Araucaria auch je drei bis vier Holztüpfel. Im Frühholz groß, mit runder oder elliptischer Pore, werden die Tüpfel im Spätholz kleiner und zeigen hier schief-spaltenförmige, oft sehr steile und enge Poren. Im radialen Längsschnitt ist besonders das Bild der Markstrahlen zu beachten. Es läßt erkennen, ob der Markstrahl nur aus Parenchym oder auch aus Tracheiden — »Quertracheiden«, »Strahltracheiden» — besteht und welcher Art die auf den Kreuzungsfeldern erscheinende Tüpfelung zwischen dem Markstrahl und den »Holzstrangtracheiden« oder »Längstracheiden« ist. Unter »Kreuzungsfeldern« sind im radialen Längsschnitt eines Nadelholzes solche Wandstellen zu verstehen, die für Markstrahlzellen und diesen anliegende Längstracheiden gemeinsam sind (231, 234, 237, 238).

Im tangentialen Längsschnitt zeigt sich die Ein- oder Mehrschichtigkeit sowie die Höhe der Markstrahlen, ferner ist auf diesem auch das Vorhandensein oder Fehlen von Hoftüpfeln auf den zur Schnittrichtung parallelen Tangentialwänden der äußeren Spätholztracheiden festzustellen. Die angeschnittenen Radialwände der Tracheiden bilden parallele, die Markstrahlen einschließende Streifen mit oft zahlreichen durchschnittenen Hoftüpfeln.

Wesentliche Merkmale zur Unterscheidung der Nadelhölzer nach Gattungen und Arten sind das Vorhandensein oder Fehlen der Harzgänge, im ersteren Fall auch die Beschaffenheit der die Harzgänge umgebenden Zellen. Zuweilen treten bei Nadelbäumen, deren Holz normalerweise keine Harzgänge enthält, dennoch solche als pathologische Erscheinungen auf, und zwar meist im Frühholze in Wundparenchym, das an die Stelle gewöhnlich durch Spätfrost getöteter junger Holzzellen getreten ist (daher »traumatische« Harzgänge) (239). Hervorzuheben ist, daß das Fehlen von Harzgängen selbstverständlich nicht gleichbedeutend zu sein braucht mit mangelndem Harzgehalt. Harz ist oft reichlich im Parenchym und selbst in den Tracheiden des Kernholzes vorhanden und verursacht die bei vielen dieser Hölzer, z. B. denen der Cupressineen, oft sehr charakteristischen Düfte. Charakteristisch für Nadelholz ist ferner der Anteil des Holzparenchyms am Aufbau der Holzstränge, der Bau der Markstrahlen, die Verteilung, unter Umständen auch die feinere Struktur der Hoftüpfel, der Tracheiden und die Tüpfelung der letzteren gegen die Parenchymzellen der Markstrahlen. Dagegen haben die Ausmaße der Elemente, die Anzahl der Zellreihen in den einzelnen Markstrahlen sowie deren Menge — auf die Flächeneinheit der Tangentialansicht des Holzkörpers bestimmt —, nur relative Bedeutung. Die Markstrahlen wechseln selbst innerhalb der gleichen Holzart sehr, je nachdem das untersuchte Stück dem Stamm, einem Ast oder einer Wurzel entnommen war oder aus den äußeren oder inneren Schichten dieser Teile stammte, ferner nach dem Alter der Schichten und nach dem Standort des Baumes. Man wird diese »relativen« Merkmale daher nur mit Vorsicht, unter Zugrundelegung eines möglichst reichhaltigen Untersuchungsmaterials und mit Be-

achtung aller Nebenumstände benutzen dürfen (231, 240, 241, 242).

Übersicht der wichtigsten hier beschriebenen Hölzer von Nadelbäumen nach mikroskopischen Merkmalen.

[Unverändert übernommen von Wilhelm (5)].

I. Sämtliche oder doch die Mehrzahl der Tracheiden und jedenfalls die des Frühholzes ohne schraubig verlaufende Verdickungsleistchen der Innenwand.

A. Harzgänge fehlen. Markstrahlen typisch einschichtig.

1. Die Kanten der meisten Markstrahlen werden von (glattwandigen) Tracheiden gebildet. Scheiben der Schließhäute in den Hoftüpfelpaaren der Holzstrangtracheiden zierlich gelappt: Echte Zedernhölzer (*Cedrus spec.*).

2. Die Markstrahlen bestehen nur aus Parenchym.

a) Holzparenchym höchst spärlich, nur an der Außengrenze des Spätholzes oder ganz fehlend.

aa) Wände der Markstrahlen derb, deutlich und reichlich getüpfelt (»Abietineentüpfelung«); Hoftüpfel der Holzstrangtracheiden einander nicht berührend: Tannenhölzer (*Abies spec.*).

bb) Wände der Markstrahlzellen dünn, ohne Tüpfelung. Hoftüpfel der Holzstrangtracheiden einander meist berührend und oft gegenseitig abflachend, nicht selten zu zwei bis drei nebeneinander: Hölzer von Schmucktannen (Araucarieen).

b) Holzparenchym reichlicher, vorwiegend im Spätholze, im Kernholze oft gefärbten Inhalt führend: Hölzer von Taxodieen, Cupressineen und Podocarpusarten. Die Hölzer dieser drei Gruppen sind zum größten Teil so übereinstimmend gebaut, daß ihre mikroskopische Unterscheidung nach Gattungen schwierig, ja oft unmöglich wird (233, 234).

B. Harzgänge sind sowohl in den Holzsträngen als auch in einzelnen (mehrschichtigen) Markstrahlen vorhanden. In sämtlichen Markstrahlen mindestens an den Kanten Tracheiden.

1. Epithelzellen der Harzgänge relativ groß, dünnwandig. Tüpfel zwischen den Parenchymzellen der Markstrahlen und den Tracheiden der Holzstränge meist ansehnlich und den größeren bis größten Teil der gemeinsamen Scheidewand einnehmend:

Kiefernhölzer (*Pinus spec.*). Nur die Hölzer einiger nordamerikanischer und asiatischer Kiefernarten (der *Balfouria-* und *Parrya*-Föhren Mayrs) haben im Markstrahlparenchym Abietineentüpfelung.

2. Epithelzellen der Harzgänge relativ klein, meist dickwandig. Tüpfel zwischen den Parenchymzellen der Markstrahlen und den Tracheiden der Holzstränge klein:

Fichten- und Lärchenhölzer (*Picea spec.* und *Larix spec.*).

II. Sämtliche oder doch die Frühholztracheïden mit deutlichen, schraubig verlaufenden Verdickungsleistchen der Innenwand.

A. Harzgänge fehlen. Alle Markstrahlen einschichtig und ohne Tracheiden. Eibenhölzer (*Taxus spec.*).

B. Harzgänge sind in den Holzsträngen sowie in einzelnen mehrschichtigen Markstrahlen vorhanden. In allen Markstrahlen wenigstens an den Kanten Tracheiden:

Holz der Douglastanne (*Pseudotsuga Douglasii* Carr.).

Über die Unterscheidung von Koniferenhölzern nach äußeren Merkmalen siehe T. F. Hanausek (69), R. Hartig (229), L. Piccioli (243), Rattinger (235).

1. Ginkgobaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Ginkgo biloba* L. — Ginkgoaceae.

Nomenklatur: »Ginkgo«, »Gin«, »Maiden hair tree«, »Icho«.

Heimat: Bis 31 m hoher Baum, wahrscheinlich an dem Gebirgswald Nepals oder Nordindiens. Er kommt in China, Japan und Korea vor, ist dort aber sicherlich nicht heimisch. Er wird als »Heiliger Baum« an Tempeln und Gräbern kultiviert. Der Ginkgobaum ist der Vertreter einer noch in der Tertiärzeit über die nördliche Hemisphäre verbreiteten Gruppe von Bäumen.

Holzcharakteristik: Holz weiß bis dunkelgelb, harzfrei, ohne Kern, nur zuweilen mit falschem bräunlichem Kern; es sieht dem Ahornholz ähnlich. Im Querschnitt breitringig mit scharfen Grenzen zwischen Frühjahrs- und Herbstholz. Markstrahlen fein und deutlich. Besonders auffällig sind kleine weiße Pünktchen auf dem Hirnflächenschnitt, welche den Harzkanälen des Kiefernholzes ähneln.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz besteht nur aus Tracheiden. Die Größe derselben ist sehr verschieden, selbst in ein und derselben Schnittfläche, eckig bis rundlich, teilweise charakteristisch gefächert. Von den gefächerten Tracheiden, welche häufig zu je 5—10 zusammenliegen, sind zwei Gruppen zu unterscheiden. Solche, welche sehr dicke Scheidewände haben, mit je einem behöften Tüpfel und solche mit dünnen Scheidewänden ohne Tüpfelung, aber mit zahlreichen Stärkekörnern. Harzkanäle mit reichlicher Harzsubstanz kommen nur im Markkörper vor.

Beschaffenheit: Weich, fein, dicht, sehr gutes Holz, leicht zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,434 (etwa wie Fichtenholz).

Inhaltsstoffe: Harz nur im Markkörper. Stärke in dünnwandig gefächerten Tracheiden.

Verwendung: Zu Bauzwecken, Innenausbau, besonders zu Täfelungen.

2. Makiholz.

Stammpflanze und Familie: *Podocarpus macrophylla* Don. — Taxaceae.

Nomenklatur: »Honmaki«, »Kusamaki«.

Heimat: Geradschaftiger bis 20 m hoher Baum Japans (32°—34° n. Br.), Chinas und in Yunnan. Wild wahrscheinlich nur auf der Insel Kiushiu, sonst angepflanzt.

Holzcharakteristik: Weißes Holz mit sehr breiten, dunkelroten Herbstzuwachszonen und feinen aber deutlichen Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz besteht aus Holzparenchymzellen und Tracheiden. Parenchymzellen relativ klein und dünnwandig, mit verdickten Scheidewänden, im Herbst- und Frühjahrsholz reichlich und regellos zerstreut. Tracheiden des Frühjahrsholzes an den Radialwänden mit zahlreichen Hoftüpfeln besetzt, deren Kanal im Radialschnitte Linsenform hat. Elemente des Herbstholzes stets gekreuzt getüpfelt. Charakteristisch ist das Auftreten von zahlreichen Hoftüpfeln an den Tangentialwänden der Frühholzelemente. Markstrahlen parenchymatisch, einreihig, mehrzellig, glatt. Markstrahlzellen haben glatte Wände mit zahlreichen, spaltenförmigen, scheinbar behöften Tüpfeln. Harzkanäle fehlen. Der Bau des Holzes ähnelt dem von *Chamaecyparis obtusa* und *Juniperus sinensis*.

Beschaffenheit: Sehr dauerhaftes Holz, besonders unter Wasser, gradfaserig, stark nach Harz riechend. Das Holz wird von Insekten nicht angegriffen.

Verwendung: Zu Bauzwecken, Gefäß- und Kistenwaren.

3. Totaraholz.

Stammpflanze und Familie: *Podocarpus totara* Don. — Taxaceae.

Nomenklatur: »Totarabaum«, »New Zealand yew«.

Heimat: Bis 41 m hoher Baum der nördlichen Teile Neuseelands (6).

Holzcharakteristik (5, 152): Holz mit hellem etwa 8 cm dickem Splint und hellrötlichem bis rosenrotem in der Färbung an Cedrelaholz oder helle Mahagonisorten erinnerndem Kern. Jahresringe wellig, auf tangentialen wie radialen Spaltflächen lebhaft glänzend, auf letzteren durch die zahlreichen Markstrahlen fein querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (233; 5, 152): Frühholz und Spätholz der Jahresringe wenig vonein-

ander verschieden, doch die Grenzen der Jahresringe deutlich, wenn auch wenig auffällig. Tracheiden glattwandig, mit meist nur einreihigen Hoftüpfeln auf den Radialwänden. Holzparenchym reichlich mit dünnen, nicht deutlich getüpfelten Querwänden. Markstrahlen einschichtig, nicht wenige nur aus einer Zellreihe gebildet, daher im Tangentialschnitt nur eine Zelle hoch, die Mehrzahl hier aus 2—3, manche auch aus 4—8 Zellen bestehend, diese 0,008 bis 0,020 mm hoch und 0,006—0,012 mm breit. Alle Markstrahlenzellen parenchymatisch, Wände zwischen den Zellreihen derb, flachgetüpfelt, Querwände in den Reihen dünn, ohne deutliche Tüpfelung. Tüpfel auf den Kreuzungsfeldern spärlich, je 1 bis 2 schief spaltenförmig, bis 0,008 mm lang und 0,002—0,004 mm breit, rundlich behöft. Die ähnlich gefärbte, auch in Europa in der Kunsttischlerei verwandte, schön gezeichnete »Torara-Maser« zeigte in einer untersuchten Probe den geschilderten Bau, doch einzelne bis 17 Zellen (bzw. Zellreihen) hohe Markstrahlen mit bis 0,028 mm hohen und bis 0,016 mm breiten Zellen.

Beschaffenheit: Sehr dicht- und feinfaserig aber kurzfaserig, weich, leicht, sehr dauerhaft, bricht leicht, leicht zu bearbeiten, gut und glatt spaltbar, beim Bearbeiten schwach duftend. Das Holz fühlt sich etwas klebrig an, brennt sehr gut mit langer Rauchflamme und geringem Geruch. Das Holz schwindet an den Seiten ziemlich stark. Es widersteht dem Bohrwurm.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 447,7 bis 591,6 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: In Holzparenchym- und Markstrahlzellen ist der Inhalt rötlichbraun bis dunkler gelbbraun. Die »Totara-Maser« führt in den Zellen der Markstrahlen wie der Holzstränge reichlichen dunkelbraunen Inhalt.

Verwendung: Eins der wertvollsten Hölzer Neuseelands für Möbel, Bauten, Schindeln, Einfriedigungen. Es gilt als Mahagoniersatz. Wegen seiner Widerstandskraft dient es auch zu Wasserbauten und Holzpflaster. Die »Totara-Maser« wird zu Furnieren, Füllungen und Einlegearbeiten sehr gern verwandt.

Bemerkung: Die »Totara-Maser« ähnelt der »Thuja-Maser«, unterscheidet sich von dieser jedoch durch die hellere Naturfarbe, diese ist leicht rötlichbraun oder auch mehr rötlichgrau und erinnert in ihrer Zeichnung an Korallenstöcke.

4. Mataiholz.

Stammpflanze und Familie: *Podocarpus spicata* R. Br.

Nomenklatur: »Mai«, »New Zealand black pine«.

Heimat: 24 m hoher Baum Neuseelands.

Holzcharakteristik: An der Oberfläche seidenartig glänzendes Holz mit bräunlichweißem, 2,5—3,5 cm breitem Splint und tief zimtbraunem, auch gelblich- bis rötlichbraunem Kern. Die engen Jahresringe zeigen allmähliche Übergänge des Frühholzes zum Spätholz. Markstrahlen gelb bis braun, auf dem Radialschnitt leicht erkennbar, bei glatter Fläche verschwommen.

Anatomische Holzcharakteristik: Dem »Totaraholz« sehr ähnlich (siehe II, 3).

Beschaffenheit: Sehr fein- und geradfaserig, mit schwach heuartigem Geruch und zusammenziehendem Geschmack, sehr hart und fest, mit der Zeit im Freien fettig werdend und dadurch große Dauer besitzend, leicht und fein bearbeitbar, beim Austrocknen nicht schwindend. Das Holz brennt gut mit langer ruhiger Flamme und teerartigem Geruch.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 559,6 bis 786,7 kg je 1 cbm. Härtegrad ähnlich dem der Buche. Wasserlösung schwach bräunlich, nach Zusatz von Pottasche etwas grünlich werdend.

Verwendung: Sehr geschätztes Tischlerholz. Ferner zu Pfosten, Bauten, Schwellen, Brückenbauten, Inneneinrichtungen usw.

5. Tanekaholz.

Stammpflanze und Familie: *Phyllocladus trichomanoides* Don. — Taxaceae.

Nomenklatur: »Tanekaha«, »Celery pine«.

Heimat: Bis 24 m hoch werdender Baum Neuseelands, besonders im Auckland-distrikt.

Holzcharakteristik: Der bräunliche bis braune Splint ist vom weißen oder bräunlichweißem Kern scharf abgesetzt. Das bandförmige dunklere und dichtere Herbstholz geht nur allmählich in Frühholz über. Jahresringverlauf ähnlich dem der Kiefer (siehe II, 15). Markstrahlen an Spaltstücken sichtbar.

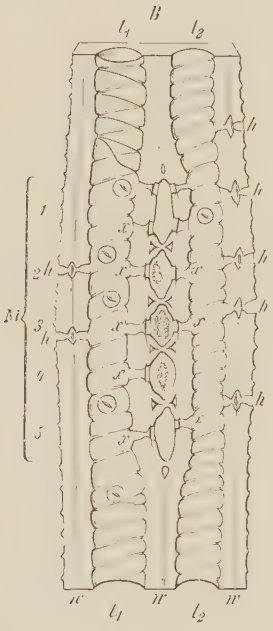


Abb. 46.
Tangentialschnittsansicht aus dem Holz der Eibe, *Taxus baccata* L., 400/1. Unter *B* ein Markstrahl zwischen zwei ihn umgebenden, der Länge nach angeschnittenen Tracheiden t_1 t_2 mit den schraubig verlaufenden Verdickungsleistchen ihrer inneren Wandfläche. *w* radiale Seitenwände der Tracheiden, in t_1 oben ein Teil der vorderen Tangentialwand angedeutet, in der Rückwand Hoftüpfel. *h* durchschnittene Hoftüpfelpaare, bei *x* Tüpfel zwischen den Tracheiden und den Markstrahlzellen, in den drei mittleren dieser (2—4) verschrumpfter Inhalt. (Nach Wilhelm.)

Anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich der der *Pinus silvestris*, jedoch ohne Horizontal- und Vertikalharzgänge (siehe II, 15).

Beschaffenheit: Schwer, dicht- und geradfaserig, zäh, sehr fest, sehr dauerhaft, besonders an feuchten Orten, gut zu bearbeiten, aber schwer zu sägen, bei der Bearbeitung nach schlechtem Käse riechend, leicht entzündlich, brennt gut ohne besonderen Geruch.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 759,5 kg je 1 cbm. Geschmack terpentinähnlich. Wasserauszug farblos.

Verwendung: Wertvolle Pfosten, Schwellen, Gruben, Masten und Sparrenholz. Vielfach für Deckenbelag und Brückenbauten verarbeitet.

6. Eibenholz.

Stammpflanze und Familie: *Taxus baccata* L. — Taxaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Eibe«, »Common yew«, »Tasso«, Barma«.

Heimat: 20 m, seltener auch bis 30 m (im Himalaja) hoher Baum Europas, Nordwestafrikas und Asiens (Kaukasus, Indien, Japan usw.).

Holzcharakteristik (2, 26; 5, 153). Holz mit schmalem, trocken weißem bis gelblichem Splint und anfangs tiefrotem, an Luft und Licht eine mehr rötlichbraune bis orangebraune Färbung (mahagoniartig) annehmendem Kern, der oft ins bläuliche spielt. Kern vom Splint scharf abgesetzt. Kernholz meist sehr »feinjährig«, das heißt, die mehr oder weniger welligen Jahresringe sehr schmal.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 153): Innenwand aller Tracheiden mit schraubig verlaufenden Verdickungsleistchen (siehe Abb. 46). Ohne Holzparenchym und ohne Harzgänge. Alle Markstrahlen einschichtig und nur aus Parenchymzellen bestehend, deren einfachen Tüpfeln in den Wänden der angrenzenden Holzstrangtracheiden Hoftüpfel mit schiefspaltenförmiger Pore entsprechen.

Beschaffenheit: Eibenholz ist eins der dichtesten und schwersten Hölzer Europas mit einem Härtegrad ähnlich dem der Esche. Geruchlos, wenig glänzend, sehr dicht und hart, schwerspaltig, sehr zäh, elastisch und biegsam, von unbegrenzter Dauer, schwindet wenig, schmeckt bitter, brennt mit lebhafter, aber ruhiger, geruchloser Flamme. Das Holz ist gut politurfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,740—0,940. Spez. Grüngewicht: 0,970 bis 1,100 (nach Hess).

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlzellen und vielen Spätholztracheiden des Kerns gelbrotes Harz. Wasserauszug des Holzes leicht bräunlich, Alkoholauszug tiefer braun.

Verwendung: Ein vortreffliches Luxusholz für Tischlerei und Drechslerei;

unter anderm auch zur Herstellung von Faßhähnen (in Österreich), Pfeifenrohren und Spazierstöcken. Schwarz gebeizt als »deutsches Ebenholz« verwendet. Ehemals das gesuchteste Material für Armbrustbogen.

Bemerkung: 1. Im 16. Jahrhundert wurde viel Eibenholz nach England ausgeführt.

2. Ältere Bäume liefern ein sehr gesuchtes »Maserholz« von orangegelber Grundfarbe mit schönen braunroten Adern verschiedener Schattierungen.

3. Als beste Handelsmarken gelten das Eibenholz aus Persien und Kaukasus, die über die Häfen des Schwarzen Meeres, teils in Rundblöcken, teils in vierkantigen Stammstücken in den Handel kommen.

7. Kaurifichtenholz.

Stammpflanze und Familie: *Agathis australis* Salisb. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Kauri-Pine«, »Cowrie«, »Cowdie«, »New Zealand pine«. »Southern dammar«.

Heimat: Bis 48 m hoch werdender Baum Neuseelands, besonders im mittleren Teil ausgedehnte Waldbestände bildend. Wohl der mächtigste und wichtigste Nutzbaum Neuseelands.

Holzcharakteristik (5, 154): Holz weißlich-bräunlich mit etwas rötlichem Ton. Im Querschnitt deutlich konzentrische Jahresringe. Poren unter der Lupe nicht sichtbar, Markstrahlen nur bei einzelnen Holzmustern erkennbar. Im radialen Längsschnitt durch die zahlreichen Markstrahlen auffallend querstreifig und glänzend. Die Grenzen der Jahresringe im radialen Längsschnitt durch helle, schmale, streng parallele Längsstreifen sehr deutlich. Markstrahlen besonders auf der rauhen Hirnfläche kenntlich durch Ausscheidung eines gelbbraunen Kernstoffes in die benachbarten Tracheiden. Dieser Umstand erhöht auch die Sichtbarkeit der Markstrahlen auf der Tangentialfläche für die Lupenbetrachtung. Harzgänge fehlen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 154): Allmählicher Übergang vom Früh- zum Spätholz, dessen Außengrenze deutlich, doch wenig scharf. Parenchymgewebe in radialen Zellreihen von wechselnder Größe. Zellgröße nach außen hin abnehmend. Hoftüpfel auf den Radialwänden der Tracheiden ein- bis zwei-, seltener dreireihig, in den beiden letzteren Fällen einander stets berührend und oft gegenseitig abflachend. Tüpfelporen schräg spaltenförmig, in korrespondierenden Tüpfeln gekreuzt. (Siehe Abb. 47.) Markstrahlen einschichtig, 1—8 je mm, meistens aus 2—9, seltener aus mehr Reihen von Parenchymzellen bestehend.

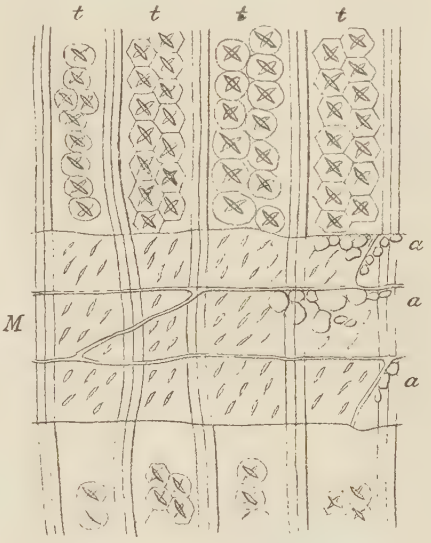


Abb. 47.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der »Kaurifichte«, *Agathis australis* Salisb., 265/1. *t* Holzstrang-Tracheiden mit meist zweireihigen, runden bis sechsseitigen Hoftüpfeln, in diesen gekreuzte Tüpfelporen, *M* Markstrahl, aus drei Reihen Parenchymzellen mit dünnen, ringsum ungetüpfelten Wänden; die schief gestellten Tüpfelporen in den »Kreuzungsfeldern« gehören nur den Tracheiden an. Bei *a* Stärkekörner. (Nach Wilhelm.)

Letztere 0,016—0,036 mm hoch, dünnwandig, ungetüpfelt, doch die Tracheiden gegen benachbarte Markstrahlzellen mit je 2—8 schiefgestellten, schmal spaltenförmigen Tüpfelspalten versehen, die keine deutliche Behöfung zeigen (Abb. 47 *M*). Keine Poren oder Harzkanäle.

Beschaffenheit: Leicht, elastisch, ziemlich hart, äußerst fest und dauerhaft, fein- und geradfaserig, kaum duftend, meist gesund und fehlerfrei, selbst bei altem Holz nur selten kleine Risse. Leicht zu bearbeiten, schwindet nur wenig, läßt sich äußerst schwer trocknen und erfordert zum Trocknen längere Zeit als alle anderen gewöhnlichen Gebrauchshölzer. Nach der Trocknung steht es gut, gut po-

liturfähig. Das Holz zeigt mitunter hübsch gemaserte Textur. Es brennt sehr gut mit langer ruhiger Rauchflamme und zedernartigem Geruch. Nicht widerstandsfähig gegen den Bohrwurm. Es nutzt sich ziemlich glatt ab.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 479,7 bis 623,6 kg je 1 cbm (nach Baterden).

Inhaltsstoffe: Besonders in den Markstrahlen gelbbrauner Kernstoff. Wasserauszug des Holzes farblos, Alkoholauszug schwach braun.

Verwendung: Ein vortreffliches Werk-Tischler- und Mastenholz. Wenn durch Maserung braunstreifig, »gefleckt«, ist das Holz zu Furnieren geschätzt. Sehr geeignet zur Straßenpflasterung und als Deckholz für Schiffe (249).

Bemerkung: Das Holz ist dauerhafter als das der Rotkiefer, zäher und elastischer als amerikanische Fichte und leichter bearbeitbar als »Kalifornisches Redwood«. Die Holzvorräte Neuseelands sind ständig im Schwinden begriffen, das Holz gelangt meist als gesägte Planken in beträchtlicher Menge nach England und Australien zur Ausfuhr.

8. Bunya-bunya-Holz und Pinkosknollen.

Stammpflanze und Familie: *Araucaria Bidwillii* Hook. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Bunya-bunya«.

Heimat: Bis 45 m hoher Baum des östlichen Australiens.

Holzcharakteristik (5, 155; 250): Die Pinkosknollen sind aus vermorschten Stämmen herausgefallene Astknoten. Das Holz kommt in knollen- oder rübenförmigen Stücken im Handel vor, die an einem Ende breit und offenbar abgebrochen sind, nach dem anderen spitz zulaufen. Die Knollen sind 15—40 cm lang, 7—16 cm breit, oft seitlich etwas zusammengedrückt und weisen auf dem Querschnitt ein 4—5 mm dickes Mark, sowie sehr schmale, z. T. stark exzentrische Jahresringe auf. Holz rotgelb bis dunkelrot, oft schön fleischfarben, im Längsschnitt streifig.

Anatomische Holzcharakteristik des »Bunya-bunya«-Holzes: Die Tüpfel des leicht gefärbten, schön geaderten Holzes, die man auf Radialschnitten in den Markstrahlen wahrnimmt, gehören nur den Wänden der Holztracheiden an. Letztere meist sehr dickwandig. Markstrahlen vorwiegend niedrig, meist nur 1—7, selten 8—14 Zellreihen hoch.

Beschaffenheit: a) Pinkosknollen: sehr harzreich, in dünnen Lamellen durchscheinend, schwer, sehr zähe und schwerspaltig, sehr elastisch, von großer Dauer, nach allen Richtungen leicht schneidbar. Spez. Luftrockengewicht: 1, 30 (nach Hanausek [251]).

b) »Bunya-bunya«-Holz: Gradfaserig, sehr fest, leicht bearbeitbar, dauerhaft, wirft sich nicht, gut politurfähig.

Inhaltsstoffe: In allen Holzelementen, auch in den Zellwänden, rötlichgelbes Harz.

Verwendung: a) Pinkosknollen: Vorzügliches Drechslermaterial, in allen Eigenschaften, abgesehen von der Farbe, dem Elfenbein nahekommend (251).

b) Bunya-bunya-Holz: Möbel, Turngeräte, gemaserte äußere Bretter für Furniere.

Bemerkung: Die Pinkosknollen kamen zuerst 1883 aus Australien auf den Markt. Sie haben ihren Namen infolge der Fleischfarbe. »Pink« bedeutet im Englischen u. a. auch die Farbe des Fleisches. — Angeblich sollen Pinkosknollen auch von einer Agathis-Art (*A. dammara?*) gewonnen werden.

9. Douglastannenholz.

Stammpflanze und Familie: *Pseudotsuga Douglasii* Carr. — Pinaceae.

Nomenklatur: Während der Baum an und für sich schon fast mit einem Dutzend Lokalnamen benannt wird, hat der Holzhandel durch weitere Benennungen die Verwirrung in der Benennung noch vergrößert. Die wichtigsten Namen sind: »Douglasie«, »Grüne Douglasie«, »Red pine«, »Red fir«, »Fir«, »Oregon pine«, »Douglas spruce«, »Yellow fir«, »Puget sun pine«, »Douglas fir«, »Cork barked Douglas spruce«, »Pinde Douglas«.

Heimat: Unter günstigsten Wachstumsbedingungen ein 75—90 m hoch werdender, sehr raschwüchsiger Baum der Vereinigten Staaten, von Kanada südwärts fast bis Mexiko. Die beste Entwicklung findet der Baum in den Küstenzonen von Washington und Oregon, nahe dem Meeresspiegel. In hohen und stark exponierten

Lagen erreicht der Baum oft nur eine Höhe von 3 m. Er wird auch in Europa forstlich angebaut.

Holzcharakteristik (2,27; 5,156): Holz mit mäßig breitem (nicht über 5 cm) bis schmalem, weißem Splint und anfänglich gelblichem bis hellbraunem, am Licht und an der Luft rasch nachdunkelndem, dann dem des Lärchenholzes ähnlichem, schön gefärbtem Kern. Auch in breiten Jahresringen mit ansehnlicher Entwicklung der Spätholzschicht. Auf dem Querschnitt die Jahresringe scharf mit sehr breiter Zone. Markstrahlen im Radialschnitt wenig hervortretend, aber deutlich braun und schmal; im Tangentialschnitt nicht sichtbar. Harzkanäle ziemlich klein und sehr spärlich.

Anatomische Holzcharakteristik (5,156; 252): Bau im wesentlichen dem des Fichten- oder Lärchenholzes ähnlich, doch mit vereinzeltem Holzparenchym in der Spätholzgrenze (siehe Abb. 48, *p* und *p'*). Dieses findet sich in Längsreihen angeordnet nahe der Jahresringgrenze. Alle Frühholztracheiden z. T. auch die des Spätholzes mit zarten schraubigen Verdickungsleisten ihrer Innenwand. (Vgl. Abb. 49.) Die ziemlich engen Harzgänge im Früh- und Spätholz, gehäuft, einzeln oder paarweise. Mangelhaft mit weichrandigen Zellen ausgefüllte Harzgänge der mehrschichtigen Markstrahlen seitlich meist von einer doppelten Zellschicht umgeben (vgl. Abb. 21, *i*) Markstrahlen sind denen der Fichte ähnlich, 3—9 je mm. Markstrahl-Tracheiden mit sehr zarter Schraubenstreifung der Innenwand (vgl. Abb. 48, *mm*)

Beschaffenheit: Eins der festesten Nadelhölzer, sehr elastisch, gewöhnlich ziemlich hart, zuweilen aber auch weich, etwas schwierig zu bearbeiten, im Boden nicht sehr dauerhaft, von schwachem Geruch, eigenartig schalem Geschmack (nicht weinartig, wie *P. australis* [»Pitch pine«]). Das Holz brennt gut mit geräuschvoller Flamme und teerartigem Geruch.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,450. Spez. Ofentrockengewicht: 0,520. Spez. Lufttrockengewicht: 0,49—0,61. Grüngewicht: 607.6 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt des Herbstholzes: 27—35%. Lufttrockengewicht: 479—682 kg je 1 cbm. 100 Volumenteile absolut trockenen amerikanischen Douglasholzes haben bei 0,8 bis 3,0 mm Jahrringbreite: 46,64—59,00 spez. Gewicht, während deutsches Douglasholz bei 6 mm Jahrringbreite 56,99, bei 8 mm Breite 54,90 spez. Gewicht hat.

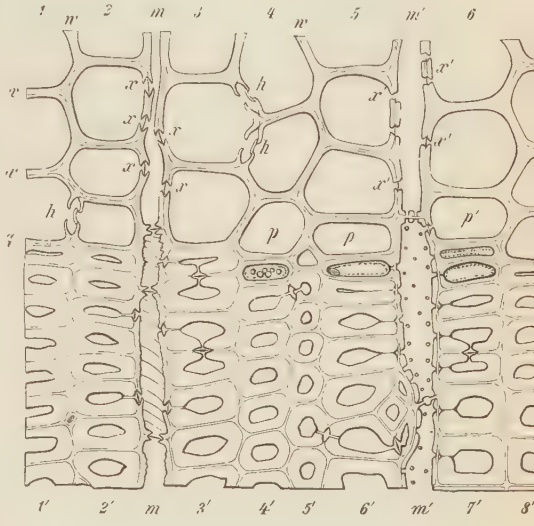


Abb. 48.

Querschnittsansicht aus dem Holz der Douglastanne (*Pseudotsuga Douglasii*), 300/1. Bei *G G* die hier sehr auffällige Grenze zwischen dem dünnwandigen, einen neuen Jahresring beginnenden Frühholz und dem dickwandigen Spätholz des vorangehenden Jahresringes. Unter *p* und *p'* sind die äußersten Zellen des Spätholzes Parenchymzellen, durch dünnere Wände und plasmatischen, bzw. körnigen Inhalt gekennzeichnet. Bei *m m* eine aus Quertracheiden bestehende Markstrahlkante, in zweien ihrer Zellen mit Andeutung der zarten, schraubig verlaufenden Wandleistchen, bei *x* Hoftüpfelpaare. Bei *m' m'* ein in seinem inneren, parenchymatischen Teile getroffener Markstrahl, hier mit einfach getüpfelten Zellen, bei *x'* einseitige Hoftüpfel. Bei *h* Hoftüpfel zwischen benachbarten Frühholz-Tracheiden; in den Tracheidenreihen 3/3' und 6/7' auch im Spätholz Hoftüpfel. (Nach Wilhelm.)

Inhaltsstoffe: Wasserauszug des Holzes farblos. Markstrahlparenchym des Kernholzes mit harzigem Inhalt. In diesem, wie in den Zellen des Holzparenchyms und in den Zellwänden rotbrauner Kernstoff. Dieser Kernstoff ist ein Oxydationsprodukt des im Splint reichlich nachweisbaren Gerbstoffes und bedingt wesentlich die Dauer des Holzes.

Verwendung: Wertvolles, vielseitig verwandtes Holz: z. B. beim Schiffsbau (Masten, Rahen, Ladebäume), Wandtäfelungen, Holzpflaster, Bahnschwellen,

Brückenbauten, Parkettböden usw. Zur Gewinnung von Holzstoff und Zellulose weniger geeignet. Infolge der Neigung des Holzes im ganzen beim Trocknen zu

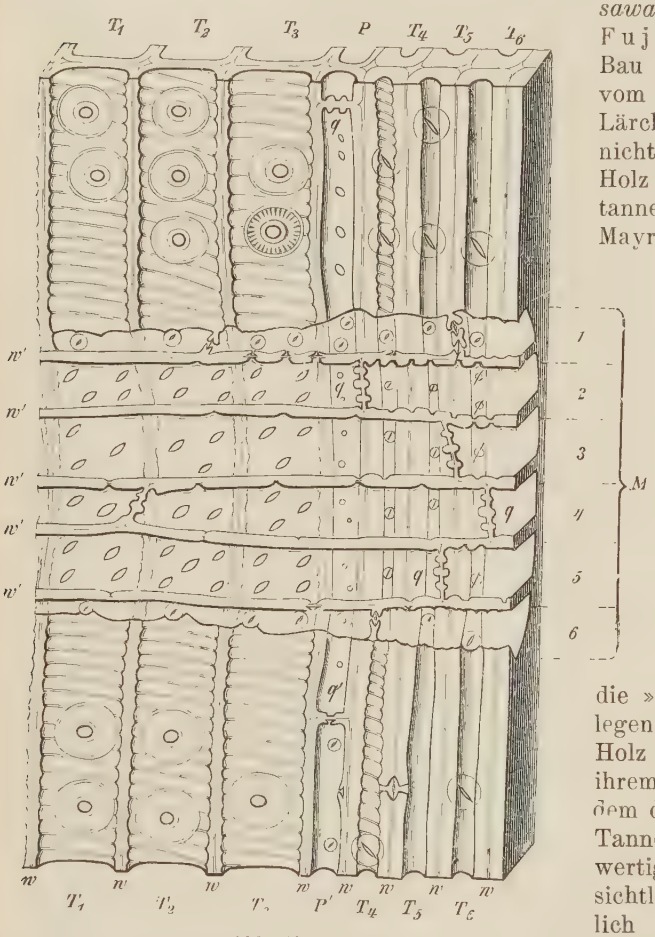


Abb. 49.

Radialschnittsansicht des Holzes der Douglastanne (*Pseudotsuga Douglasii*), 300/1. T_1—T_6 Holzstrang-Tracheiden. T_1—T_4 mit schraubigen Verdickungsleistchen ihrer inneren Wandfläche, bei *w* ihre angeschnittenen gemeinsamen radialen Längswände. *P P*$_1$ äußerste Zellreihe des Spätholzes; oberhalb *q* und zwischen *q* und *q'* Parenchymzellen, unter *q'* eine Tracheide. *M* Markstrahl, die Zellreihen 1 u. 6 aus Quertracheiden, die übrigen aus Parenchymzellen bestehend (in den ersteren wurden die äußerst zarten, schraubig verlaufenden Wandleistchen nicht angedeutet; vgl. Abb. 48 bei *m m*). Bei *q* einfach getüpfelte Querwände zwischen Parenchymzellen, *w'* gemeinsame Längswände zwischen den Zellreihen der Markstrahlen. (Nach Wilhelm.)

schwinden, ist seine Verwendung als Konstruktionsholz beschränkt.

Bemerkungen: 1. Zwischen dem Holz der »Grünen Douglastanne« oder »Küsten-Douglasie« und dem der »Blauen« oder »Kolorado-Douglastanne«, *P. glauca* Mayr, bestehen wohl keine anatomischen Unterschiede. Auch das Holz der »Japanischen Douglastanne«, *P. japonica Shirasawa* (Togasawara) scheint nach Fujioka (236) den nämlichen Bau zu besitzen. Es soll äußerlich vom Holz der dünnschuppigen Lärche, *Larix leptolepis* Gord., nicht zu unterscheiden sein. Das Holz der »Großfrüchtigen Douglastanne« Kaliforniens, P. *macrocarpa* Mayr, unterscheidet sich von dem der anderen Arten durch derbere Schraubenleisten der Markstrahl-Tracheiden und größere, quergestellte Tüpfel zwischen Markstrahlparenchym und Holzstrang-Tracheiden.

2. Der innere Kern am Fuße erwachsener, stehender Bäume reißt gern in Radialspalten auf, in welchen sich Harz ansammelt.

3. Im Vergleich zum Holz der Tanne, Fichte und Lärche verschiedener Herkunft ist die »Küstendouglasie« diesen überlegen, welche in ihrem schwersten Holz der Lärche nahekommt, in ihrem leichtesten Holz aber mit dem deutschen schwersten Fichten-, Tannen- und Kiefernholz gleichwertig ist. Dasselbe gilt auch hinsichtlich des Brennwertes. Bezüglich der Dauerhaftigkeit steht die Douglastanne der Lärche gleich und bezüglich der Tragkraft steht sie den Föhren, Fichten und Tannen nicht nach.

10. Tannenholz.

Stammpflanze und Familie: *Abies pectinata* D. C. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Weißtanne«, »Edeltanne«, »Gemeine Tanne«, »Taxtanne«, »Common silver fir«, »Sapin commun«.

Heimat: 30—65 m hoher Baum Mitteleuropas. Von den Pyrenäen bis Luxemburg, Sachsen, Schlesien und östlich: Karpathen, Galizien, Bukowina, Kleinasien. In nördlicheren Gegenden auch mit Erfolg angepflanzt.

Holzcharakteristik (2): Holz gelblich bis rötlich weiß, oft mit rötlichem Ton, namentlich in den spät hervortretenden Spätholzzonen. Normal ohne Harzausscheidungen und in gesundem Zustande ohne gefärbten Kern.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 160): Harzgänge fehlen (siehe

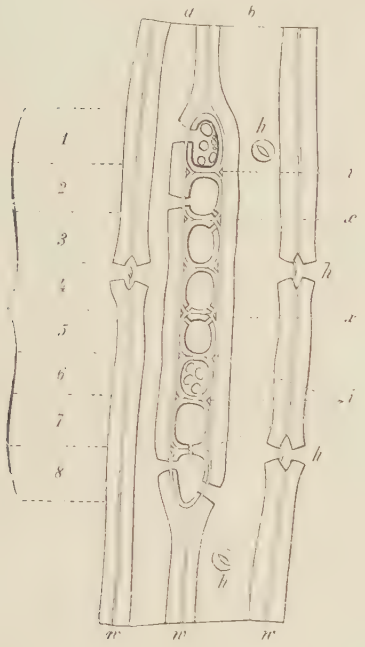


Abb. 50.
Tangentialschnittsansicht aus Spätholz der Weißtanne, *Abies pectinata* DC., 400/1. Zwischen den Tracheiden *a*, *b* ein einschichtiger Markstrahl aus 8 Zellen (bez. Zellreihen), in 1 und 6 einfach getüpfelte Querwände, bei *x* Tüpfel zwischen Markstrahlzellen und Tracheiden, *w* Radialwände der letzteren, in diesen (rechts) durchschnittene Hoftüpfelpaare, auf der tangentialen Rückwand von *b* die Hoftüpfel *h*. (Nach Wilhelm.)

Abb. 94), daher leicht vom Fichtenholz zu unterscheiden. Holzparenchym sehr spärlich, nur an der Außengrenze des Spätholzes (259). Markstrahlen (vgl. Abb. 22 und 50) auf dem Tangentialschnitt typisch einschichtig und einreihig, nur aus Parenchymzellen bestehend, 1—40 (häufig über 10) Zellreihen hoch. Markstrahlwände mit einfachen Tüpfeln besetzt. Holzstrangtracheiden gegen jede angrenzende Markstrahlzelle mit je einem bis mehreren rundlichen Wandtüpfeln, diese im Frühholze in nur geringem Grade, im Spätholze sehr deutlich als Hoftüpfel ausgebildet, hier mit enger, dort mit viel breiterer, schief gestellter Tüpfelpore. Die entsprechenden (»korrespondierenden«) der zahlreichen Wandtüpfel der Markstrahlzellen jenen an Größe gleich (»Abietineentüpfelung«).

Beschaffenheit: Weich, leicht, sehr leicht- und glattspaltig, reißt beim Hobeln leicht ein, häufig Kernrisse, sehr elastisch, wenig biegsam, mäßig schwindend, von mittlerer Dauer (sowohl im Freien, wie unter Wasser).

Prüfung: Spez. Grüngewicht: (etwa

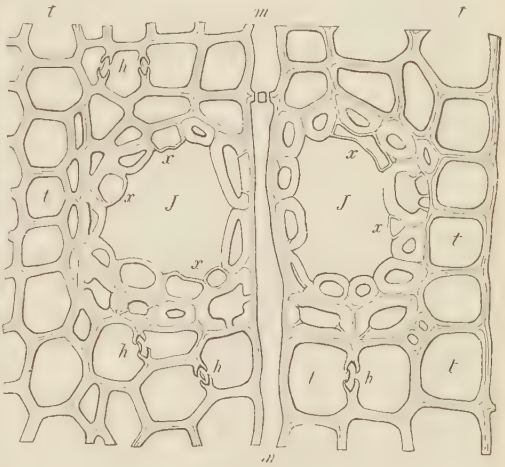


Abb. 51.
Querschnittsansicht aus dem Holz der Gemeinen Fichte, *Picea excelsa*, mit zwei nebeneinander liegenden, nur durch einen Markstrahl *m m* getrennten Harzgängen *J*, 280/1. Es bezeichnen die Buchstaben: *t* einzelne der Holzstrang-Tracheiden, *h* Hoftüpfelpaare, *x* dünnwandige Zellen des im übrigen dickwandigen »Epithels« der Harzgänge. Der Inhalt dieser wurde durch Alkohol weggelöst. (Nach Wilhelm.)

45% Wasser) = 0,77—1,23 (nach Karmarsch). Spez. Lufttrockengewicht: (ca. 10—15% Wasser) = 0,37—0,60. Spez. Gewicht des gedarrten Holzes: (110° C) = 0,48—0,50.

Inhaltsstoffe: In einzelnen Markstrahlzellen hier und da Kalziumoxalatkristalle, zuweilen auch gelblicher bis rotbrauner Inhalt.

Verwendung: Zu Bauzwecken, Hoch- und Wasserbauten, auch in Bergwerken verarbeitet. Besonders gutes Blindholz, Möbelholz, Brunnenholz. Zu Schiffsmasten, Flußkähnen, Zündhölzern, Holzstoff und Zellulose; allgemein in der Tischlerei und Böttcherei viel benutzt.

Bemerkung: Das Holz anderer Tannenarten, so z. B. das der im Kaukasus

heimischen »Nordmanns-Tanne«, *Abies Nordmanniana* Spach, der »Sibirischen Pechtanne«, *Abies pichta* Forb., der »Japanischen Weißtanne«, *Abies firma* Sieb. et Zucc. (»Momi«) ist, soweit die Untersuchungen reichen, von dem der gemeinen Tanne anatomisch nicht verschieden (254). Nach Fujioka (236) ist das Holz von *Abies firma* in den Markstrahlzellen sehr reich an Kalziumoxalatkristallen.

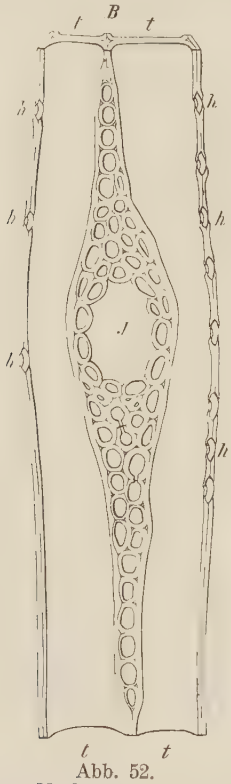


Abb. 52.
Mehrschichtiger Markstrahl mit zentralem Harzgang *J* einer Fichte, *Picea excelsa*, im Tangentialschnitt, 250/1. Bei *x* dünnwandige Epithelzellen, *t t* benachbarte Tracheiden, *h* Hoftüpfel in deren radialen Längswänden. (Nach Wilhelm.)

11. Fichtenholz.

Stammpflanze und Familie: *Picea excelsa* Lk. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Fichte«, »Rottanne«, »Pechtanne«, »Fichttanne«, »Epicéa commun«, »Pesse«, »Common spruce«, »White deal«.

Heimat: Baum von 30—50 m Höhe, von den Pyrenäen bis nach Lappland und Kasan verbreitet. Er fehlt den südlichen Halbinseln Europas. Auf den britischen Inseln und in Dänemark ursprünglich nicht heimisch. Die Fichte bildet große, dichte Waldungen in Nordeuropa und in den Gebirgen Mitteleuropas.

Holzcharakteristik (2, 78; 5, 157): Holz gelblichweiß bis bräunlich durchschnittlich heller als Tannenholz, welches, mit jenem verglichen, etwas rötlich erscheint. Im Norden Europas, besonders an feuchten Standorten, ist das Holz mehr rötlich. Normal ohne gefärbten Kern, doch mit ziemlich spärlichen Harzgängen, die im Spätholz auf Querschnitten helle, erst unter der Lupe deutliche Pünktchen, auf Längsschnitten schon mit freiem Auge erkennbare, oft gelbliche Streifchen bilden. Über die ungleiche Färbung des Holzes japanischer Fichtenarten vgl. Fujioka (236). Nach diesem Autor ist das Holz von *Picea hondoënsis* Mayr (»Toki«) im Kern meist hell kirschrot.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 157): Holzstränge mit Harzgängen. Letztere von vorwiegend derbbis dickwandigen Zellen umgeben (vgl. Abb. 51). Zwischen in Mehrzahl vorhandenen einschichtigen auch einzelne, wenigstens in ihrem mittleren Teile mehrschichtige Markstrahlen. Letztere mit je einem zentralen Harzgang (nur ausnahmsweise mit zweien; siehe Abb. 52). Beiderlei Markstrahlen in ihrem mittleren Teil als Parenchymzellen, an ihren Kanten aus Tracheiden gebildet. Bei manchen Markstrahlen wird, wenigstens streckenweise, nur eine Kante von Tracheiden gebildet, während bei anderen, auch im Inneren, zwischen dem Parenchym, einzelne Tracheidenreihen auftreten. Hier können auch in der nämlichen Zellreihe Tracheiden und Parenchymzellen miteinander abwechseln (siehe Abb. 53 *t p*). Niedrige ein- bis vierreihige Markstrahlen bestehen zuweilen nur aus Tracheiden. Wände der letzteren (vgl. Abb. 53) mit typischen Hoftüpfeln, an der Innenfläche glatt oder fein gezähnelte Parenchymzellen der Markstrahlen ringsum einfach getüpfelt; ihren Tüpfeln entsprechen in den angrenzenden Tracheiden der Holzstränge etwa gleich große behöfte, nicht selten schon im Frühholz mit schmaler, schief spaltenförmiger Pore. (»Abietineentüpfelung«.)

Beschaffenheit: Fichtenholz gleicht dem Tannenholz, ist diesem vielleicht

noch überlegen. Leicht bearbeitbar. An der Luft weniger leicht vergrauend als Tannenholz. Mittelhart, ziemlich elastisch, sehr leichtspaltig, schwindet wenig, im Freien wie unter Wasser gleichmäßig dauerhaft. Das Holz brennt gut, entzündet sich rasch, verbrennt äußerst geräuschvoll und ohne Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: (etwa 10—15% Wasser) 0,35—0,60, im Durchschnitt 0,45 (253). Spez. Grüngewicht: (etwa 45% Wasser), 0,400—1,05. Spez. Gewicht von gedarrtem Holze: (110° C) 0,42—0,47. Trockengewicht: 10—12 kg je Kubikfuß. Härtegrad: etwas weicher als Birke.

Verwendung: In Deutschland das billigste und vielseitigst verwandte Bau- und Werkholz. Es dient ferner als Grubenholz, Schleifholz für die Papierfabrikation, zu Streichhölzern, Schindeln, Telegraphenstangen, Kisten, Pflasterklötzen usw. Zu Wasser-, Brücken- und Schiffsbauten, in der Tischlerei und Wagnerei viel verarbeitet. Engringiges, feinfaseriges Fichtenholz liefert vorzügliche, in der Pianofortefabrikation und im Orgelbau am meisten geschätzte Resonanzböden (besonders das Holz vom bayerischen und südlichen Böhmerwald, auch das des französischen Jura). Als günstigste Jahrringbreiten für musikalische Kunsthölzer wird eine Breite von 1½—3 mm angesehen, bei einem Spätholz von nicht mehr als 25% der Ringbreite. Fichtenholz ist das meist verbrauchte Holz für Papiermasse und Holzwolle.

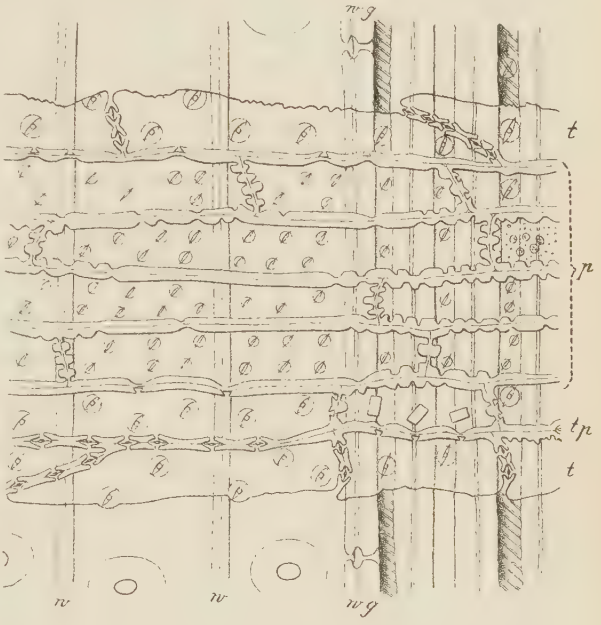


Abb. 53.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Gemeinen Fichte, *Picea excelsa* Lk. (500/1). *w* Durchschnittene (tangentiale) Längswände von Holzstrang-Tracheiden; bei *wg* die Grenze eines Jahresringes, links Frühholz, rechts Spätholz, in diesem zwei Tracheiden mit (hier etwas zu derb ausgeführter) schraubiger Wandstreifung. *t, t* Querreihen von Tracheiden, *p* Querreihen von Parenchymzellen eines Markstrahles; in der Reihe über *tp* liegt eine Parenchymzelle (mit Prismen von Kalziumoxalat) zwischen Tracheiden. (Nach Wilhelm.)

Bemerkungen: 1. Das Holz der sog. »Haselfichten« oder »Zargenholz«, in 800—1500 m Höhe in den steierischen und oberbayerischen Alpen usw. wachsend, zeigt im Querschnitt breite, markstrahlähnliche Streifen, welche durch genau ineinander passende Einbuchtungen der Jahresringe zustande kommen und denen auf tangentialen Schnittflächen ungleich lange, wurmförmige, meist etwas schief verlaufende Streifen entsprechen (57, 2). Diese Streifen entstehen, indem die Zellen des Holzkörpers an den Einbuchtungen aus ihrer normalen Lage und Anordnung gebracht sind und deshalb in anderer Weise auf das Auge wirken wie die übrige Holzmasse. Da mit dieser auffallenden Struktur sehr häufig geringe Breite und sehr gleichmäßige Ausbildung der Jahresringe verbunden sind, ist das (nur in Gebirgen wachsende) »Haselfichtenholz« für manche Gebrauchszwecke, vor allem zur Herstellung von Resonanzböden für Saiteninstrumente, sehr geschätzt. — Die Benennung »Haselfichtenholz« bezieht sich auf die Ähnlichkeit der Querschnittansicht mit der des Haselholzes, dessen Streifigkeit jedoch andere Ursachen hat.

2. Nennenswerte Unterschiede im Bau des Holzkörpers zwischen der »Gemeinen Fichte« und den übrigen Arten der Gattung sind nicht vorhanden. Dies gilt wenigstens für *Picea alba* Lk., *P. nigra* Loud. und *P. orientalis* Lk. (254), sowie nach Untersuchungen Wilhelms für *P. omorika* Panč und *P. polita* Carr. (255).

3. Die »Sumpf- oder Krummfichte« wächst in Ostpreußen und Livland auf nassen Torfmooren. Durch Beschädigung entstehen Buschformen. Als »Zwillingsfichte« bezeichnet man Stämme, welche sich am Boden gabeln. Bilden sich tief unten mehrere Stämme, so entstehen «Garbenfichten«. »Polsterfichten« sind solche, welche mit Stamm ein bis meterhohes dichtes Polster bilden. »Mattenfichten« bilden stammlos im Rasen kriechende, wurzelnde, ausläuferartige Äste. »Stelzenfichten« erinnern an Mangroven, ihre Samen fallen in modernde Stöcke, und es entstehen um dieselben herum ihre Wurzeln. Nach dem Fortfaulen der Stöcke stehen die Bäume auf stelzenförmigen Wurzeln.

12. Alcocks Fichtenholz.

Stammpflanze und Familie: *Picea Alcockiana* Carr. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Buntfichte«, »Iramomi«, »Matzuhada«, »Esomatzu«, »Shirotsuga«.

Heimat: Bis 40 m hoher Baum Japans.

Holzcharakteristik: Splintholz weiß, Kernholz schwach rosarot. Jahresringe breit, dunkelrot, ziemlich breite Herbstholzzonen. Harzgänge sind mit bloßem Auge sichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz setzt sich aus ziemlich dickwandigen Tracheiden zusammen. Tüpfelbildung sowohl an der Tangentialwandung des Herbstholzes, wie an der Radialwandung des Frühjahrsholzes recht zahlreich. Die Harzkanäle sind reichlich, sie treten in senkrechter und wagerechter Richtung, das heißt in Markstrahlen eingeschlossen auf. Auskleidungszellen der Harzgänge stark verdickt und in kleine Kammern geteilt. Markstrahlen bestehen aus Tracheiden und Parenchym.

Beschaffenheit: Hart. leicht spaltbar, elastisch, glänzend.

Verwendung: Das in Qualität gute Holz wird als Bauholz, besonders aber als Schnittware geschätzt (Spanreißer).

13. Lärchenholz.

Stammpflanze und Familie: *Larix europaea* D. C. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Lärche«, »Mélèze d'Europe«, »European oder common larch«.

Heimat: 20—30 m hoher Baum, welcher sich an natürlichen Standorten und in den Alpen und Karpathen, sowie im Mährisch-Schlesischen Gesenke findet. Durch Kultur über ganz Deutschland und Mitteleuropa bis nach Schottland und Norwegen (bis zu 69°), den baltischen Provinzen und bis ins mittlere Rußland verbreitet. Auch in den Vereinigten Staaten von Amerika eingeführt.

Holzcharakteristik (2, 29; 5, 158): Holz mit schmalem, 1,5—3 cm messendem, gelblichem oder rötlichweißem Splint und rötlichbraunem bis hellkarminrotem Kern. Spätholzzonen der Jahresringe dunkel, sehr scharf hervortretend, etwas feinwellig, auch nach innen gegen das Frühholz des nämlichen Jahrganges deutlich abgegrenzt. Harzgänge ziemlich spärlich, für das freie Auge wenig auffällig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 158): Im wesentlichen vom Bau des Fichtenholzes, doch mit häufigeren »Zwillingstüpfeln«, das heißt zu je zweien nebeneinander liegenden Tüpfeln, auf den Radialwänden der Frühholztracheiden. Markstrahltracheiden meist allseits glattwandig, seltener an der Innenwand gezähnelt. Harzausscheidungen vorhanden.

Beschaffenheit: Weich, gut und ziemlich leicht spaltbar, elastisch, sehr fest, wenig schwindend, außerordentlich dauerhaft (im Freien geschützt: 90 bis 95 Jahre; ungeschützt 40—85 Jahre; unter Wasser: 80 Jahre; immer trocken: 1800 Jahre). Sehr politurfähig. Brennkraft sehr gut. Das Holz brennt mit lebhafter, ziemlich rußiger Flamme.

Prüfung: Mit Eisensalzen färbt sich das Holz schwarz. Spez. Grüngewicht (etwa 45% Wasser): 0,52—1,00 (Karmarsch). Spez. Lufttrockengewicht (etwa 10—15% Wasser): 0,44—0,80. Spez. Gewicht des gedarrten Holzes (110°): 0,44—0,48.

Inhaltsstoffe: Das Holz wird allen Holzarten als Bauholz vorgezogen. Vorzügliches Masten- und sehr vielseitig verwandtes Werkholz (Tischlerei, Möbelbau, Innenausbau). Sehr beliebt für Wasser-

bauten, da das Holz, unter Wasser eingebaut, schließlich steinhart wird; ferner zu Schindeln, Schwellen, Grubenholz, Brunnenröhren usw. benutzt.

Bemerkungen: 1. Das in den bayerischen und tiroler Alpen gewachsene Holz führt den Namen »Stein«- oder »Jochlärche«. Es liefert die beste Qualität.

2. Die mikroskopische Unterscheidung des Lärchenholzes vom Fichtenholz. Bei der großen Übereinstimmung dieser beiden Holzarten im anatomischen Bau wird eine sichere Unterscheidung, namentlich, wenn nur Splintholz vorliegt, oft schwierig. Nach dem Schroeder (254), der als erster dieser Frage näher trat, versucht hatte, durch Ermittlung des sogenannten »Markstrahlkoeffizienten«, das heißt des Mengenverhältnisses, in dem hier und dort Tracheiden und Parenchymzellen an der Zusammensetzung von Markstrahlen gleicher Höhe sich beteiligen, eine einigermaßen sichere Unterscheidung zu ermöglichen, hat zu diesem Zweck Burgerstein (256) auf Grund ausgedehnter Untersuchungen nachstehende »Bestimmungstabelle« entworfen. Die Meinung Gothans (231), daß die Unterschiede zwischen Lärchen- und Fichtenholz »ganz einfach und handgreiflich« seien, hat Burgerstein (233) als irrig nachgewiesen. Nach Hollendonner (257) soll sich das Holz der Fichte durch Sklerenchym im Mark, fehlendes »Längsparenchym« und Grünfärbung mit wässriger Eisenchloridlösung von dem mit dieser schwarz werdenden Lärchenholz unterscheiden.

I. Zwillingstüpfel sind nicht vorhanden.

A. Radialer Durchmesser der Frühholztracheiden: 0,020—0,040 mm; mittlere Höhe der Markstrahlen (im Tangentialschnitt des Holzkörpers): 7—11 Zellen.

a) Höhe der Markstrahlzellen: 0,017 bis 0,020 mm; etwa 20% aller Markstrahlen sind über 10 Zellen hoch.
Stammholz der Fichte.

b) Höhe der Markstrahlzellen: 0,020 bis 0,024 mm.

α) Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden meist 0,021—0,026 mm; größte Markstrahlhöhe 30 Zellen:
Wurzelholz der Fichte.

β) Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden meist nur 0,14—0,22 mm. Parenchymzellen der Markstrahlen im Kernholz mit Harz gefüllt.
Stammholz der Lärche.

B. Radialer Durchmesser der Frühholz-Tracheiden: 0,015—0,030 mm; mittlere Höhe der Markstrahlen nur 4,5 bis 7 Zellen, größte 20 Zellen.
Fichten- oder Lärchen-Astholz.

II. Zwillingstüpfel sind vorhanden:

A. Radialer Durchmesser der Frühholz-Tracheiden: 0,030—0,040 mm. Markstrahlenparenchym meist harzfrei.

a) Höhe der Markstrahlzellen 0,017 bis 0,020 mm; Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden auch kleiner als 0,019 mm; Zwillingstüpfel meist vereinzelt.
Stammholz der Fichte.

b) Höhe der Markstrahlzellen: 0,020 bis 0,026 mm; Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden nicht unter 0,019 mm herabsinkend; Zwillingstüpfel vereinzelt bis zahlreich.
Wurzelholz der Fichte.

B. Radialer Durchmesser der Frühholz-Tracheiden: 0,040—0,060 mm. Parenchymzellen der Markstrahlen im Kernholz meist mit Harz erfüllt.

a) Höhe der Markstrahlzellen: 0,020 bis 0,023 mm; mittlere Höhe der Markstrahlen: 9—13 Zellen, größte: 40—50 Zellen; Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden auch kleiner als 0,020 mm.
Stammholz der Lärche.

b) Höhe der Markstrahlzellen: 0,024 bis 0,030 mm; mittlere Höhe der Markstrahlen 7—9, größte 30 Zellen; Querdurchmesser der Hoftüpfel der Holzstrang-Tracheiden nicht kleiner als 0,020 mm.
Wurzelholz der Lärche.

3. Das Holz der in Japan einheimischen und bei uns versuchsweise kultivierten dünnschuppigen Lärche, *Larix leptolepis*

Murr. (»Karamatsu«), ist nach Nakamura (230) von dem der gemeinen Lärche nicht verschieden. Fujioka (236) nennt das Holz der *Larix leptolepis* dem der *Pseudotsuga japonica* Shirasawa sehr ähnlich. »Das Auftreten des Holzparenchyms und die Tangentialwandhoftüpfelung sind ganz ähnlich wie bei Pseudotsuga.«

14. Libanonzedernholz.

Stammpflanze und Familie: *Cedrus libani* Barr. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Kateran Bujus«.

Heimat: 25—40 m hoher Baum der Gebirge und subalpinen Regionen des südlichen Anatoliens. Er bildet im Taurus ausgedehnte Wälder. Die Zeder kommt ferner vor: auf Cypern und in Algier, auf dem Berge Tongour. In Frankreich und anderen Ländern kultiviert.

Holzcharakteristik: Kernholz gelblich bis rötlichbraun. Splintholz schwach rötlich. Spätholzzonen schwach wellig, treten scharf hervor. Im allgemeinen sind die Jahresringe durch eine dichte Herbstholzzone deutlich gekennzeichnet. Markstrahlen fein, nicht gleichweit abstehend. gleichmäßig und ziemlich gerade. Echte Harzkanäle fehlen, nur gelegentlich treten Reihen großer Harzzellen auf. — Das Holz von in Europa kultivierten Zedern ist weißlich oder blaßrot. (Siehe auch: Beschaffenheit.)

Anatomische Holzcharakteristik (5,159): Scheiben der Schließhäute in den Hoftüpfelpaaren der Holzstrang-Tracheiden zierlich gelappt (vgl. Abb. 7 *D*). Harzgänge fehlen. Holzparenchym spärlich, nur an der Außengrenze des Spätholzes. Alle Markstrahlen einschichtig, ihre Kanten stellenweise von glattwandigen, ringsum behöft getüpfelten Tracheiden (»Quertracheiden«, »Strahltracheiden«) gebildet. Parenchymzellen der Markstrahlen mit zahlreichen, einfachen Wandtüpfeln, welchen in den Wänden der angrenzenden Holzstrang-Tracheiden kleine, im Frühholz nur schmal oder undeutlich behöfte Tüpfel entsprechen.

Beschaffenheit: Leicht, weich, mäßig hart, dichtfaserig, äußerst zähe und dauerhaft. Frische Schnittflächen duften stark aromatisch. Das in Europa kultivierte Holz ist leicht, schwammig, weich und wenig aromatisch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,547—0,621.

Inhaltsstoffe: Manche Spätholztracheiden und Markstrahlzellen des Kernholzes teilweise oder ganz mit Harz erfüllt. Das weiße Harz wird von den Ägyptern zum Einbalsamieren ihrer Toten verwendet.

Verwendung: Für den heutigen Holzhandel kommt die Libanonzeder nicht in Betracht, da der Baum nahezu ausgerottet ist (258). In seiner Heimat wird das Holz meist als Bauholz, für Tischlerei und Möbelfabrikation, für Skulpturen und dergleichen verwendet. Die Angaben, daß der Tempel Salomons aus Zedernholz erbaut wurde, beruht auf Verwechslung mit anderen Hölzern.

Bemerkungen: 1. Mehr Bedeutung für den Holzhandel dürfte das dem vorstehend beschriebenen gleich gebaute, doch im Kern dunklere Holz der »Atlas-Zeder«, »Cèdre de Batna«, *Cedrus atlantica* Man. vom Atlasgebirge gewinnen, deren Bestände in Algerien 35 000 ha bedecken sollen (2, 30). Von dem vortrefflichen, im Kern gelblichbraunen Holz der »Himalaja-Zeder«, *C. deodora* Loud., mit 43.1 spez. Gewicht gibt Mayr eine farbige Abbildung (2, 30).

2. Die vielen »Zedernhölzer« des Handels stammen von anderen Nadel- und selbst von Laubbäumen ab.

Unter dem Handelsnamen Zedernholz wurden in Deutschland im Jahre 1925 = 39 481 dz und 1926 = 22 230 dz eingeführt.

Durchgeführt durch Deutschland wurden 1925 = 883 dz; 1926 = 1519 dz.

3. Dem Holz der Libanon-Zeder steht im anatomischen Bau das der »Hemlockstannen« (*Tsuga* Endl.) nahe, doch sind bei dieser die Schließhautscheiben der Tracheidentüpfelpaare nicht gelappt und die »Quertracheiden« in den Markstrahlkanten zahlreicher. Die auf *Tsuga heterophylla* Sarg. (*T. Mertensiana* Carr.) aus dem westlichen Nordamerika und *T. diversifolia* Maxim. (Japan) bezogene Abbildung bei Mayr (2, 31) zeigt rötliches Kernholz.

4. Über »Zedern«arten usw. siehe auch (426, 472, 473, 484, 509, 511, 536).

15. Kiefernhölzer.

Allgemeines: Die Kiefern sind immergrüne Waldbäume der nördlichen gemäßigten Zone bis zur Polargrenze des Baumwuchses. Sie überschreiten nur in den Gebirgen den Wendekreis. Das Holz ist reich an Harzkanälen, die im Holzquerschnitt meist als helle, im Spätholz frei erkennbare Pünktchen, im Längsschnitt als gewöhnlich dunkle Streifen sehr deutlich erkennbar sind. Splint- und Kernholz sind fast immer verschieden gefärbt. Von den etwa 80 Kiefernarten leben allein 39 in den Vereinigten Staaten von Amerika, 9 in Kanada.

Was die Charakterisierung der amerikanischen Kiefernarten anbelangt, so lassen sich diese in zwei Klassen unterscheiden, in »soft pines« und »hard pines«, je nach Unterschieden im Holz, in der Benadelung, der Rinde und dem allgemeinen Aussehen.

Fast alle Kiefern haben mehr oder weniger im Splintholz und der lebenden Rinde eine klebrige, flüssige, helle Substanz, den Rohterpentin. Von diesem besitzen die »soft pines« weniger als die »hard pines«; je nach der Art schwankt auch die Quantität. Da das Splintholz sich in Kernholz verwandelt, verschwindet ein großer Teil des flüchtigen Rohterpentins aus solchem Holz, indem im Kernholz das sogenannte Harz zurückbleibt. Je nach der Menge des vorhandenen Harzes ergeben sich deutliche Unterschiede und die Charakterisierung der »hard pines«. Das Kernholz der letzteren ist infolge des Harzes dunkler farbig, schwerer und härter bearbeitbar, widerstandsfähiger und dauerhafter. Weiterhin besteht ein deutlicher Unterschied zwischen Frühjahrs- und Sommerholz bei den »hard pines« und »soft pines«, von denen die ersten mehr Harz und Terpentin enthalten.

Die nämliche Unterscheidung ist bei Krais (17) angewandt, indem er zwischen Kiefernhölzern mit beiderseits scharf abgegrenzten harten, mit im Querschnitt meist glänzenden Spätholzzonen der Jahresringe, und Kiefernhölzern mit nur einseitig scharf abgegrenzten, im Querschnitt meist mit glänzenden Spätholz zonen der Jahresringe unterscheidet. Zu ersteren rechnet genannter Autor von den europäischen Kiefern: *Pinus silvestris, P. laricio austriaca, P. montana,* zu den anderen *Pinus cembra.*

Der amerikanische Holzhandel hat eine von obiger Einteilung abweichende Klassifizierung angenommen. Er unterscheidet das Kiefernholz als »white pine« und »yellow pine«.

Die Charakterisierung und Qualität des Holzes der als »soft pine« bezeichneten Kiefernarten dürfte für »white pine« identisch sein.

Zu Klasse »soft pine« zählen:

Pinus strobus Eastern white pine.

Pinus monticula = Western white pine.

Pinus Lambertiana = sugar pine.

Der Holzcharakter aller drei Arten ist so übereinstimmend, daß der Verbraucher durch Lieferung von Holz der einen oder anderen Art unter der Bezeichnung »white pine« nicht geschädigt werden dürfte.

Anders verhält es sich mit der »yellow pine-Klasse.

Zu dieser zählen:

Pinus palustris = longleaf pine.

Pinus heterophyila = Cuban pine.

Pinus echinata = shortleaf oder North Carolina pine.

Pinus taeda = Loblolly oder Old-field pine.

Pinus rigida = pitch pine.

Pinus ponderosa = Western yellow pine.

Pinus Murrayana = Lodgepole pine.

Pinus resinosa = red oder Norway pine.

Daß von einer Qualität und hinsichtlich technischer Eigenschaften gleichem Verhalten dieser als »yellow pine« bezeichneten Kiefernhölzer nicht mehr die Rede sein kann, ist klar ersichtlich. Für den Holzhandel noch empfehlenswerter wäre eine Unterscheidung nach »soft pines« und »pitch pines«, wobei der Qualitätscharakter deutlicher zum Ausdruck käme.

Die hervorragendste Bedeutung für den nord- und mitteleuropäischen Holzmarkt besitzt das Holz der gemeinen Kiefer *Pinus silvestris* L.

Die Kiefern sind ausgesprochene schnellwüchsige Lichtholzarten, die auf

Böden mit starker sandiger Beimengung am besten, auf normalen, guten Kulturböden weniger gut gedeihen. Frosthärtere und frostempfindlichere Arten kommen nebeneinander vor. Infolge tiefgehender Bewurzelung sind Kiefern ziemlich sturmfest, andererseits jedoch sehr durch Schneebruch gefährdet.

Im anatomischen Bau bestehen die Markstrahlen des Holzes aus dünnwandigen Zellen; die anliegenden Längstracheiden zeigen 1—2 große, augenlidförmige Tüpfel, nach Wilhelm (15) bei den südeuropäischen Pinasterföhren mehr als 2 Tüpfel in einer Tracheidenbreite. Die Quertracheiden weisen starke zackige Verdickungen auf. Der Splint ist ziemlich breit; der Kern schwach hellbraun. Das Holz, das ein spez. Trockengewicht von 0,40—0,46 besitzt, ist leicht, ziemlich weich, jedoch dauerhaft, etwas weniger leicht spaltbar als Fichtenholz.

Die Arten der Sektion Pinaster sind:

1. *Pinus silvestris* L.
2. *Pinus montana* Mill. und Unterarten.
3. *Pinus pinea* L.
4. *Pinus laricio* Poiret und Unterarten.
5. *Pinus leucodermis* Art.
6. *Pinus pinaster* Sol.
7. *Pinus halepensis* Mill.
8. *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.
9. *Pinus luchuensis* Mayr.
10. *Pinus Thunbergii* Parl.
11. *Pinus resinosa* Ait.
12. *Pinus sinensis* Lamb.

a) Die Gemeine Kiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus silvestris* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Weißkiefer«, »Rotkiefer«, »Föhre«, »Mädelbaum«, »Tanne«, »Fichte«, »Forche«, »Fackelbaum«, »Tangelbaum«.

Heimat: Bis 48 m hoch werdender Baum des größten Teiles Europas, Vorderasiens und Sibiriens.

Holzcharakteristik (2; 5, 161): Holz mit 5—10 cm breitem, gelblich- oder rötlichweißem Splint und bräunlichrotem erst unter dem Einfluß von Licht und Luft hervortretendem Kern. Spätholzschichten der Jahresringe gegen die Frühholzzonen beiderseits scharf abgesetzt, sehr deutlich und etwas wellig. Im Querschnitt helle Pünktchen (Harzgänge), die auf Längsschnittflächen meist sehr deutlichen Längsstreifchen entsprechen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 161): Harzgänge der Holzstränge von zahlreichen dünnwandigen Zellen umgeben, von nur 4—5 dieser unmittelbar umringt (vgl. Abb. 28 *J*). Einschichtige und mehrschichtige Markstrahlen, letztere mit zentralem Harzgang. In beiderlei Markstrahlen Tracheiden mit sehr auffälliger grobzackiger Wandverdickung und meist sehr dünnwandigen Parenchymzellen (s. Abbildung 54). Gegen die letzteren sind die benachbarten Holzstrangtracheiden mit meist je einem großen, die Höhe der Markstrahlzelle wie die Breite der Tracheide einnehmenden Tüpfel versehen, der im Frühholz nur schwach, im Spätholz breit behöft erscheint und hier eine schief spaltenförmige Pore zeigt. Markstrahlparenchym des Kernholzes mehr oder weniger harzerfüllt.

Beschaffenheit: Weich, schwach, elastisch, von geringer Zähigkeit, weniger leichtspaltig als Tannen-, Fichten- oder Lärchenholz. Sehr dauerhaft. Geringe Neigung zum Schwinden.

Prüfung: Trockengewicht: 8,5 bis 24 kg je Kubikfuß. Spez. Grüngewicht (etwa 45% Wasser): 0,38—1,03. Spez. Lufttrockengewicht (etwa 10—15% Wasser): 0,31—0,74. Spez. Gewicht des gedarrten Holzes (110°): 0,47—0,55.

Verwendung: In seinen besseren und besten Sorten ein vortreffliches Möbel-, Bau-, Mast- und Pfahlholz, auch zu Röhren und Bahnschwellen sehr geschätzt. Zelluloseholz.

Bemerkungen: 1. Die Kiefer hat nur Astquirle, die in Jahrestriebentfernung stehen, was im Brett deutlich erkennbar ist und die Kiefer von der Lärche, deren Äste zerstreut am Stamme entspringen, sehr leicht unterscheidet.

2. Die Kiefern skandinavischer Provinzen sowie der nördlichen russischen Gouvernements Wologda und Archangelsk zeichnen sich durch sehr gleichmäßigen, engen, konzentrischen Jahrringbau aus, desgleichen die aus den Ostseeprovinzen, Kurland und Polen stammende Ware. Die Qualität und der Charakter des Holzes

wechseln stark, je nach Standort und Klima, besonders Höhenlage; so ist die schottische Kiefer von besserer Qualität als die in England gewachsene Kiefer. Die aus den östlichen Gebieten auf dem Memelstrom nach Deutschland importierten Kiefern kommen meist als Rundholz in den Handel und sind je nach Stärke und Beschaffenheit in vier Klassen unterschieden, von denen die schwachen als »Mastellen« bezeichnet werden.

3. Das Holz der »Bergkiefer«, *Pinus montana* Miller, ist dem der »Gemeinen Kiefer« gleich gebaut. Es ist das harzreichste, nach dem Holz der Eibe auch das härteste und schwerstspaltige unserer Nadelhölzer und, mit 0,83 spez. Lufttrockengewichte, eins der schwersten europäischen Hölzer überhaupt. Da das Holz nur in sehr geringem Maße zu Schnitz- und Drechslerarbeiten verwandt wird, kommt es trotz seiner vortrefflichen Qualität technisch kaum in Betracht.

b) Die Schwarzkiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus laricio* Poir. var. *austriaca* Endl. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Österreichische Schwarzkiefer«, Schwarzföhre«, »Pin noir«, »Austrian pine«.

Heimat: 23 m hoch werdender Baum Niederösterreichs (Kärnten, Krain, Küstenland, Kroatien, Dalmatien, Bosnien, Herzegowina), der Ost- und Südalpen und der Karpathen. In großen Beständen in anderen auch südlicheren Teilen Europas kultiviert.

Holzcharakteristik (5. 162): Holz dem der »Gemeinen Kiefer« ähnlich (siehe 15, a). Von diesem durch breiteren, die Hälfte bis zwei Drittel des Halbmessers einnehmenden Splint und zahlreichere Harzgänge unterschieden.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 162): Der Holzcharakter entspricht durchaus dem der »Gemeinen Kiefer« (siehe 15, a). Nach Schroeder (254) soll der das Verhältnis zwischen der Anzahl (A) der äußeren, aus Tracheiden bestehenden, und der Menge (J) der inneren, parenchymatischen Zellreihen der Markstrahlen ausdrückende Markstrahlkoeffizient $C = \frac{J}{A}$ für Markstrahlen mit 4—13 Zellreihen bei der Schwarzkiefer meist größer als 1 (im Mittel 1,47) sein, bei der Gemeinen Kiefer aber meist weniger als 1 (im Mittel 0,87) betragen.

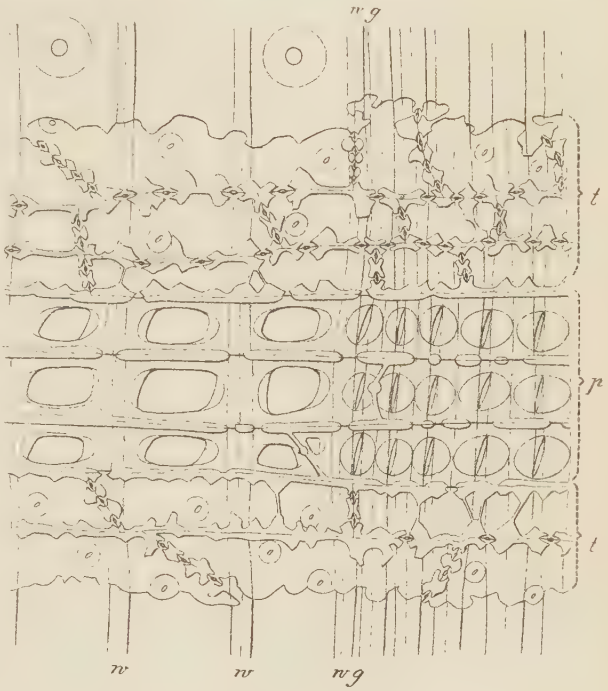


Abb. 54.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Gemeinen Kiefer *Pinus silvestris* L. (400/1). *w* Durchschnittene (tangentiale) Längswände von Holzstrang-Tracheiden; bei *wg* die Grenze eines Jahresringes, links Frühholz, rechts Spätholz. *M* Markstrahl, an seinen Kanten bei *t t* von Quertracheiden, im Innern (bei *p*) von Parenchymzellen gebildet. (Nach der Natur gezeichnet von Wilhelm.)

Beschaffenheit: Außerordentlich dauerhaft. An Elastizität und Festigkeit dem Lärchenholz nahekommend. Weich, etwas schwerspaltig, schwerer zu bearbeiten als gewöhnliches Kiefernholz. Sehr harzfreies Holz.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,67.

Verwendung: Das Holz wird gleich dem der »Gemeinen Kiefer« verwendet, besonders vorteilhaft beim Erd- und Was-

serbau, liefert auch vortreffliche Brunnenröhren und ausgezeichnete Kohle.

Bemerkung: Das Holz der »Korsischen Schwarzkiefer«, *Pinus laricio* var. *Poiretiana* Endl., ist, wie Wilhelm feststellen konnte, von dem der »Österreichischen« anatomisch nicht verschieden. Eine abweichende Mitteilung Schroeders (254) dürfte um so eher auf einem Irrtum beruhen, als das Holz der »Taurischen Schwarzkiefer«, *P. lar.* var. *Pallasiana* Endl., von dem genannten Autor selbst als mit dem der »Österreichischen« gleich gebaut angeführt wird.

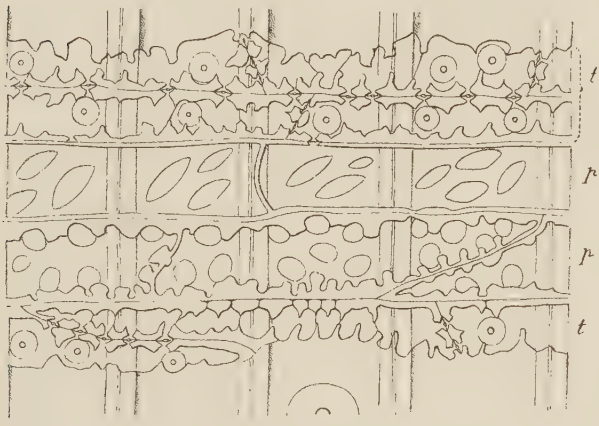


Abb. 55.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Parkettkiefer, *Pinus palustris* Miller (450/1), einen Markstrahl mit drei Tracheidenreihen (*t*) und zwei Reihen Parenchymzellen (*p*) zeigend; letztere in der unteren Reihe dickwandig.
(Nach Wilhelm.)

c) Die Parkettkiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus palustris* Miller. — Pinaceae.

Botanisches Synonym: *P. australis* Michx.

Nomenklatur: »longleaved« oder »longleaf pine«, »Southern yellow pine«, »Southern hard pine«, »Southern pitch pine«, »brown pine«, »Florida pine«, »Texas Pine«.

Heimat: 30—36 m hoher Baum der südlichen und südöstlichen Staaten Nordamerikas (235).

Holzcharakteristik (2, 32; 5, 163; 62, 2; 122, 2; 235; 236): Holz mit in seiner Dicke je nach dem Standort wechselndem hellem Splint. Kernholz gelbrot bis rötlichbraun. Brettware, die ganz oder doch größtenteils aus dem Splintholz der Parkettkiefer besteht, geht im Handel als »red pine« [Rattinger (235)]. Dieser Name bezeichnet aber auch die »Amerikanische Rotkiefer«, *Pinus resinosa* Ait. Kern und Splint mit scharf abgegrenzten dunklen Spätholzschichten der Jahresringe. Die Spätholzzonen namentlich des Kerns erscheinen wegen der stark mit Harz angefüllten Zellen fast hornartig glänzend. Harzgänge von ungleicher Häufigkeit, in Längsschnitten oft sehr auffallend. Die Angabe Mayrs (2, 32), daß das Holz der «Parkettföhre» dem weit helleren, weicheren und leichteren von *Pinus maritima* Poir. (*P. pinaster* Sol.) äußerlich nahestehe, erscheint nicht recht verständlich.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 163): Tracheiden der Holzstränge gegen die Parenchymzellen der Markstrahlen mit je 1—4 meist schiefspaltenförmigen, oft undeutlich behöften Tüpfeln besetzt. Markstrahlen zahlreich, 9—14 auf 1 mm, weder groß noch deutlich. Markstrahlenparenchym dünn- bis dickwandig, in letzterem Falle reichlich getüpfelt. Markstrahltracheiden mit zahlreichen Wandzacken, diese oft in schmale, oben abgerundete Fortsätze verlängert. Verbindungsleistchen zwischen einander gegenüberliegenden Zacken sehr häufig (vgl. Abb. 55). Harzkanäle ziemlich klein, hauptsächlich in der mittleren Jahresringzone oft zu dreien.

Beschaffenheit: Weich bis verhältnismäßig hart, sehr fest und zäh, schwer. Oft verkient und mit starkem Harzduft. Das Holz ist gut politurfähig, schwer zu bearbeiten und wirft sich nicht beim Trocknen.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 671,6 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,5—0,9, im Mittel für Splintholz: 0,60, für Kernholz: 0,75. Spez. Grüngewicht (etwa 45% Wasser): 0,650 bis 1,00.

Inhaltsstoffe: Markstrahlenpar-

enchym und Holztracheiden des Kernholzes oft reichlich mit Harz gefüllt.

Verwendung: Das wertvollste der amerikanischen Nadelhölzer. Durch Tragkraft und Dauer ausgezeichnetes Bauholz. Es wird von keinem anderen der »hard pines« übertroffen. Für den Bau von Eisenbahnwagen in seiner Heimat allen anderen Hölzern vorgezogen. Auch sonst mannigfach verwandt, in gemaserten Stücken — »figured trees«, »pitch pine moirée« — für die Kunst- und Möbeltischlerei sehr geschätzt. In ansehnlicher Menge in Europa eingeführt und verbraucht.

Bemerkung: Das Holz der anderen dreinadeligen Kiefern Nordamerikas, so z. B. das der »Weihrauchkiefer«, »Loblolly-Pine», *Pinus taeda* L., ist anatomisch von dem der »Parkettkiefer« nicht verschieden (2, 23, 263).

d) Zirbelkiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus cembra* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Zirbe«, »Arve«, »Zürbe«, »Europäische Zürbel«, »Sibirische Zeder«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum Mitteleuropas. Ausschließlich Hochgebirgsbäume der Alpen und Karpathen. Im nördlichen Rußland und Sibirien bis zum Amurgebiet, auch im Altaigebirge.

Holzcharakteristik (2, 33; 5, 164): Holz mit schmalem, gelblichem Splint, und anfangs sehr hellem, rötlichem, an Luft und Licht nachdunkelndem Kern. Jahresringverlauf ziemlich gleichmäßig und eng. Spätholzschichten der Jahresringe weniger scharf hervortretend als bei den vorstehend betrachteten zwei- beziehentlich dreinadeligen Kiefern, und mehr allmählich in das Frühholz des nämlichen Jahrganges verlaufend. Harzgänge meist zahlreich, in Längsschnitten als dunkle Streifchen auffallend. Eingewachsene Äste schön rot bis rotbraun gefärbt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 164): Spätholzschicht der Jahresringe nicht scharf nach innen, das heißt gegen das Frühholz des nämlichen Jahrganges abgesetzt, in schmalen Jahresringen wenig entwickelt, oft nur durch starke radiale Abplattung der Zellen vom Frühholz unterschieden. Tangentialwände der äußeren Spätholztracheiden mit zahlreichen Hoftüpfeln. Markstrahltracheiden ohne Wandzacken, zwischen den Parenchymzellen der Markstrahlen und den angrenzenden Holzstrangtracheiden oft zu zwei, seltener zu 3—4 Tüpfel von gleicher oder ungleicher Größe (vgl. Abb. 56). Harzgänge groß, zahlreich. In den Elementen des Kernholzes häufig farbloses oder etwas gelbliches Harz.

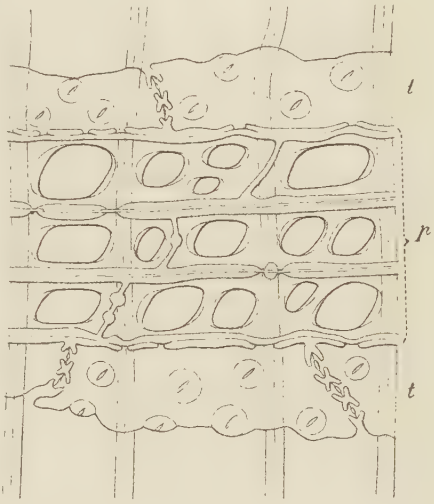


Abb. 56.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Zirbe, *Pinus cembra* L. (400/1), einen Markstrahl mit zwei Reihen glattwandiger Tracheiden (*t*, *t*) und drei Reihen Parenchymzellen (*p*) zeigend. (Nach Wilhelm.)

Beschaffenheit: Gleichmäßig gefügt. Sehr weich, leicht, ziemlich leichtspaltig, an Festigkeit und Elastizität den anderen Nadelhölzern nachstehend. Von angenehmem Harzduft und ungewöhnlich dauerhaft.

Prüfung: Mittleres spez. Trockengewicht des Stammes: 0,39.

Verwendung: Seit dem 15. Jahrhundert in Süddeutschland zur Möbelfabrikation verarbeitet, besonders zu nicht abgesperrten Möbeln, die nur einmal furniert werden sollen. Wertvolles Kunsttischler-, Bildhauer- und Schnitzerholz; es wird ferner noch zu Wandtäfelungen, Milchgefäßen, Schindeln und zum Bau von Alpenhütten verarbeitet.

e) Zuckerkiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus Lambertiana* Dougl. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Zuckerstrobe«, »Zuckerföhre«, »sugar pine«, »big pine« »gigantic pine«.

Heimat: Wohl neben der »Sequoie« die größte und prachtvollste Kiefernart der Welt, welche 50—100 m Höhe erreicht und längs der Küste und Kaskadengebirgsketten in Oregon bis Kalifornien wächst.

Holzcharakteristik: Splintholz ziemlich schmal, rahmfarbig. Kernholz hellrotbraun. Geringer Unterschied in Färbung und Charakter zwischen Frühjahrs- und Sommerholz. Markstrahlen klein und undeutlich. Harzkanäle gerade noch sichtbar, im Herbstholz heller als im Frühjahrsholz.

Anatomische Holzcharakteristik: Im allgemeinen wie das Holz von *P. silvestris* (siehe diese).

Beschaffenheit: Leicht, weich, geradfaserig, leicht zu bearbeiten, trocknet gut, schwindet beim Trocknen nur wenig, hält den Leim gut und ist äußerst polierfähig. Geschmack adstringierend.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,370. Lufttrockengewicht: 415,9 kg je 1 cbm. Der wässrige Holzauszug ist dunkelstrohfarbig, ein Zusatz von Pottasche bewirkt weißen Niederschlag.

Verwendung: Zu Hausbauten, Innenausbau, Kisten, Fensterrahmen, Türen, Schindeln, Zündhölzern. Im Schiffsbau besonders zu Masten usw. verarbeitet.

Bemerkung: Die Benennung »sugar pine« stammt daher, daß von dem Kernholz aus durch Feuer oder mit der Axt zugefügte Verwundungen eine zuckerartige, süßlich schmeckende Flüssigkeit ausläuft, die erhärtet feine kandiszuckerähnliche Masse bildet und als Mittel gegen Husten gepriesen wird.

f) Weymouthskiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus strobus* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Ostamerikanische Strobe«, »white pine«, »soft pine« (235) Im Handel auch »yellow pine«, »cork pine«.

Heimat: Bis 45 m hoch werdender, fünfnadeliger Kiefernbaum des östlichen Nordamerika. In Deutschland, England und Frankreich kultiviert. Sie kann besonders in Bayern mit einem Bestande von über 15 Millionen Bäumen bereits als eingebürgert gelten.

Holzcharakteristik (2, 33; 5, 165): Das Holz dem der »Zirbe« (siehe bei d) ähnlich, doch durchschnittlich, besonders in jüngeren Stämmen, weit breitringiger. Splint schmal, gelblichweiß. Kern gelbrot bis lederfarbig, im Inneren blaß, nach außen — gegen den Splint — in stärkeren Stammstücken nach längerem Verweilen an Luft und Licht erheblich dunkler, mitunter etwas bläulich. Markröhre 1—3 mm breit, rot, grau oder braun, weich. Harzgänge zahlreich, in Längsschnitten als auffällige Streifchen besonders deutlich. Das Holz unterscheidet sich vom »Zirbenholze« nur durch breitere Jahresringe und innen heller bleibenden, gegen den Splint zu aber stark nachdunkelnden Kern.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 165): Dem »Zirbenholz« (siehe bei d) entsprechend. Markstrahlen zahlreich, 9—14 je 1 mm, bei dünnen Schnitten als Fäden herausziehbar, weiß. selten braun. Harzgänge sehr zahlreich, ziemlich klein, gegenüber dem rötlichen Holz weißlich erscheinend. Zellen der Markröhre fein, dünnwandig (siehe Abb. 57).

Beschaffenheit: Sehr leicht, sehr weich und leichtspaltig, doch weder tragfähig noch dauerhaft. Meist Kern- und Ringrisse, gerade- und feinfaserig, schwindet wenig und wirft sich beim Trocknen nicht. Leicht bearbeitbar, nimmt Leim und Farbe gut an. Wenn ohne Anstrich gefirnißt, wandelt sich das helllederfarbige Kernholz in mahagoniähnliches Braun mit einem stark seidenartigen Glanz um. Geschmack terpentinähnlich.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,390. Luftrockengewicht: 432,7 kg je cbm.

Verwendung: Eins der wichtigsten Bau- und Schiffsbau- (Masten-) Hölzer der Vereinigten Staaten. Dort das geschätzteste »soft-pine«-Holz, in der Möbeltischlerei viel verwandt, zur Herstellung von Kisten und Trockenfässern, Resonanzböden, Särgen, Schindeln, Spielwaren usw.

sehr geeignet. Das Holz kommt auch als Rohstoff für die Holzstoff- und Zelluloseerzeugung in Betracht. Es liefert gute Holzwolle. Der Baum wird auf Harz genutzt. In Deutschland wird sein Harz jedoch weniger geschätzt.

Bemerkungen: 1. Im allgemeinen gilt das Holz der sogenannten »cork pine« oder »pumpkin pine« bei alten Holzhändlern als höherwertig. Es mag dies seinen Grund im Alter, in Wuchsverhältnissen und Standortsbedingungen haben.

2. Bezüglich der Unterschiede in der Holzqualität und dem Harzgehalt zwischen in Amerika und Europa gewachsenen Weymouthkiefern hat Mayr Versuche angestellt, die ergaben, daß die Strobe in Mitteleuropa mit demselben spezifischen Gewicht und derselben Härte erwächst wie in ihrer Heimat, mit bei beiden geringer Zunahme des spezifischen Gewichts von der Basis nach der Spitze hin. Auffallend ist die Verschiedenheit in der Splintbreite, ein Unterschied in der Farbe besteht nicht; spezifisches Gewicht und Harzgehalt sind nur geringen Schwankungen unterworfen. Unter den in Mitteleuropa wachsenden Nadelhölzern steht die Weymouthskiefer hinsichtlich ihres Harzgehaltes an erster Stelle. Auch Mayr (2, 33) betont, daß die Weymouthskiefer in Mitteleuropa ein entschieden harzreicheres Holz liefert als jedes andere Nadelholz. Daß die Schwere und die Dauer des Nadelholzes wesentlich durch den Harzgehalt bedingt wird, kann man nicht behaupten, denn das sehr dauerhafte und schwere Lärchenholz des Hochgebirges enthält nicht halb so viel Harz wie das leichte und sich im Boden schneller zersetzende Holz der Strobe. Da allein das feste Harz, das Kolophonium, imstande ist, die Dauer eines Nadelholzes zu erhöhen, so ergibt sich hieraus, daß sowohl uraltes Kernholz im Baum wie auch lange Zeit luftig aufgespeichertes Nutzholz eine größere Dauer besitzen müssen als verhältnismäßig junges Holz oder bald nach der Fällung unter Verhältnissen verbautes Holz, die den Luftzutritt mehr oder minder hemmen.

g) Mädchenkiefer.

Stammpflanze und Familie: *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Kleinblütige Kiefer«, »Himeko-matsu«.

Heimat: 15—32 m hoch werdender Baum des mittleren und südlichen Japan.

Holzcharakteristik: Splint gelblichweiß, Kern gelblichrot. Holz breitringig. Markstrahlen und Harzkanäle deutlich.

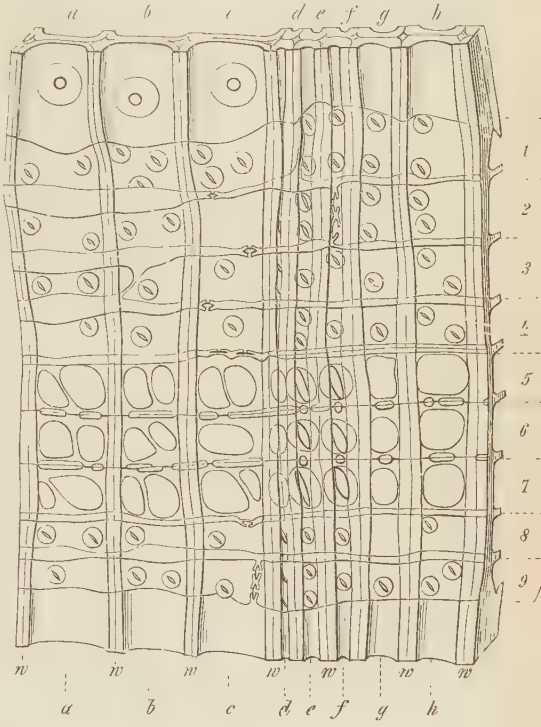


Abb. 57.

Radialschnittsansicht aus dem Holz der Weymouthskiefer, *Pinus strobus* L., 300/1. *a—c* Frühholz-, *d—h* Spätholz-Tracheiden, *w* deren durchschnittene Tangentialwände. *M* Markstrahl, in den Zellreihen 1—4 und 8, 9 aus Quertracheiden, in den Reihen 5—7 aus Parenchymzellen bestehend. (Nach Wilhelm.)

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz besteht nur aus Tracheiden, die Markstrahlen aus Tracheiden und Parenchym, die ersteren spärlich, ohne Verdickung. Parenchymzellen stets knotenartig sehr stark verdickt (hauptsächliches Erkennungsmerkmal).

Beschaffenheit: Holz weich, von hervorragender Qualität.

Verwendung: Meist als Schnittware. Geschätztes Bauholz.

Bemerkung: Das Holz dieses Baumes dürfte infolge seiner guten Qualität

als Importholz für Europa berücksichtigt werden (280).

16. **Japanisches Schirmtannenholz.**

Stammpflanze und Familie: *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. — Pinaceae.

Botan. Synonym: *Taxus verticillata* Thunb. *Pinus verticillata* Sieb.

Nomenklatur: »Koyamaki«, »Goldkiefer« der Japaner, »Kin Jung«.

Heimat: Bis 40 m hoch werdender Nadelbaum des südlichen Japans. Das Wachstumsoptimum befindet sich im klimatischen Gebiete des Castanetums (2).

Holzcharakteristik: Splint- und Kernholz gleichfarbig, rötlich bis gelblich weiß. Splintholz meist nur 1 cm breit. Jahresringe sehr breit. Die breite Kernholzzone verschwindet allmählich gegen die Frühjahrsholzzone. Markstrahlen sind deutlich sichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz besteht aus Holzparenchym und Tracheiden. Holzparenchym spärlich, im Herbstholz etwas reichlicher, im allgemeinen dünnwandig, Scheidewände ziemlich stark verdickt. In den Zellen Harz. Tüpfelung der Herbstholzelemente an den Tangentialwänden spärlich. Besonders charakteristisch für dieses Holz sind die sehr großen, augenlidförmigen Tüpfel der Markstrahlen, die einzeln oder zu zweien auf einer Wand liegen. Harzkanäle fehlen.

Beschaffenheit: Weich, elastisch (ähnlich einem engringigen Fichtenholz). Außerordentlich widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit, schwacher Harzgeruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,356.

Verwendung: Hauptsächlich zu Schiffs-, Wasser- und Hochbauten verarbeitet.

17. **Sumpfzypressenholz** (zweizeilig).

Stammpflanze und Familie: *Taxodium distichum* Rich. — Pinaceae.

Nomenklatur: »bald cypress«, »white cypress«, »swamp cypress«.

Heimat: Ausgesprochene Lichtholzart des atlantischen Nordamerika mit geradschaftigem, astreinem Stamm. Die Hauptzypressenbestände befinden sich im unteren Mississippital und in Florida. Das kommerzielle Verbreitungsgebiet ist bedeutend eingeschränkter als das botanische. Ein Nutzholzbaum ersten Ranges (62, 3). In Deutschland schöner Zierbaum in milden Lagen auf feuchtem Boden. Das Holz kommt in ansehnlichen Blöcken in den Handel.

Holzcharakteristik (5, 166): Splintholz schmal, etwa 4 cm breit. Kernholz meist hell, schmutzigbraun. In den beiderseits scharf begrenzten Spätholzzonen gelblich bis gelbrötlich. Die Färbung des Holzes ist abhängig vom Standort. So ist z. B. das Holz der Golf- und Südatlantischen Region im Durchschnitt von dunklerer Färbung als das vom Mississippi und der Atlantischen Küste. Mit dem Fortschreiten der Standorte nach Norden wird das Holz im Ton immer heller. Farbnuancen von gelbbraun, bernsteinfarben, hellorangebraun (das »Yellow Cypress« des Handels), tiefbraun, schokoladebraun, braungestreift auf hellerem Grunde usw. je nach dem Standort sind häufig. Dementsprechend kennt der Handel »yellow cypress«, »red cypress«, »white cypress«, »black cypress« usw. — Das Holz alter Stämme ist sehr »feinjährig« mit unregelmäßig welligen bis zackigen Jahresringen. Letztere können bei noch jugendlichen Stämmen sehr breit und gleichmäßig gerundet sein (2). Holzlängenschnitt sehr gerade aber grobfaserig, »nadelrissig« erscheinend (wie bei einem Lebensbaum) und längsstreifig, infolge des ziemlich reichlichen, mit rotem Inhalt angefüllten Holzparenchymgewebes. Besonders Markstrahlen sehr klein und undeutlich. Harzgänge fehlen. (Das Holz ist aber harzreich.)

Anatomische Holzcharakteristik (5, 166): Das Holz gleicht im wesentlichen dem Holz echter zypressenartiger Nadelbäume. Spätholzzonen auch gegen das mitunter nur eine einzige Tracheidenschicht breite Frühholz des nämlichen Jahrganges sehr scharf abgesetzt, auch auf den tangentialen Längswänden seiner vorwiegend sehr dickwandigen Tracheiden mit zahlreichen Holztüpfeln. Frühholztracheiden im Verhältnis zu ihrer beträchtlichen Weite auffallend dünnwandig, an den radialen Seitenwänden oft mit zwei bis drei, stellenweise selbst mit vier Längsreihen von

Holftüpfeln (vgl. Abb. 58). Holzparenchym häufig, vornehmlich im Spätholz, im Kern meist mit gelblichbraunem bis rotem, in Alkohol unlöslichem, mit Eisenchlorid sich schwärzendem Inhalt. Markstrahlen 1—20, oft über 10 Zellreihen hoch, nur aus Parenchymzellen bestehend. Letztere an ihren tangential gestellten Endflächen meist ungetüpfelt, in ihren oberen und unteren Längswänden spärlich getüpfelt, gegen die Holzstrang-Tracheiden aber mit ansehnlichen Tüpfeln versehen, denen in den Tracheidenwänden gleich große Holztüpfel mit schief spaltenförmiger, stark geneigter Pore entsprechen (siehe Abb. 58). Im Kernholz meist reichliche Harzausscheidung, auch in den Tüpfelräumen der Tracheidenwände).

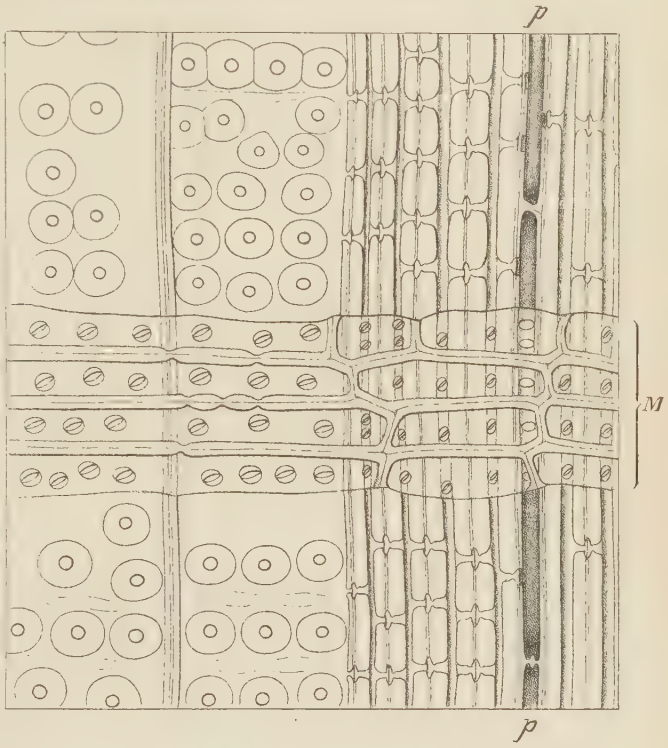


Abb. 58.
Radialschnittsansicht aus dem Holz eines alten Stammes der Sumpf-Zypresse, *Taxodium distichum* L. (300/1). Links Früh-, rechts Spätholz, in diesem Holzparenchym (*p*). *M* ein vierreihiger, durchaus parenchymatischer Markstrahl. (Nach Wilhelm.)

Beschaffenheit: Im allgemeinen leicht und geradfaserig, im Freien außerordentlich dauerhaft, sehr tragfähig und elastisch, weich, nicht fest, leicht zu bearbeiten. (Die Härte des Holzes, wie auch seine Schwere schwanken außerordentlich je nach dem Standort. So ist z. B. das längs der atlantischen Küste wachsende »black cypress« stellenweise so schwer, daß es im Wasser sinkt.) Das Holz ist äußerst schwer zu trocknen, leimt sich gut, nimmt Farbe gut an, gefirnißt erhält es kein gutes Aussehen, sondern bekommt eine trübe, dunkle, einförmige Oberfläche.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht sehr schwankend, durchschnittlich: 0,343 bis 0,600. Lufttrockengewicht im allgemeinen: 480 kg je 1 cbm. Grünes, nicht getrocknetes Holz wechselt zwischen 799,5 kg bis 996 kg je 1 cbm und ist, je nach dem Standort, noch schwerer. Das raschwüchsige Wurzelholz ist oft leichter als Kork.

Verwendung: Leichtes Wurzelholz als Korkholz zu Schwimmern von Fischnetzen usw. Stammholz in der Heimat in ausgedehntem Maße verwandt. Das ausgeführte Holz dient als Bau- und Werkholz. Zur Zelluloseerzeugung ausgezeichnet (43, 9). Bevorzugte Verwendung für: Treibhäuser, Weinfässer (Weicheichenersatz), Schindeln, Eisenbahnschwellen, Brunnenbauten, Särge usw.

Bemerkung: In der Regel ist das in Sümpfen mit saurem Boden gewachsene Holz bedeutend schwerer als solches längs frisch laufender Gewässer gewachsenes.

18. Holz der immergrünen Sequoie.

»Redwood« z. T.

Stammpflanze und Familie: *Sequoia sempervirens* Endl. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Eibenzypresse«, »Küstensequoie«, »Amerikanisches Rotholz«, »redwood« des Handels, »coast redwood«.

Heimat: 75—105 m hohe, 2, 4—6 m (im Durchmesser) dicke Bäume der Küsten-

gebirge Kaliforniens. Das »commercial redwood« nimmt eine 4—25 Meilen breite Zone von der südlichen Grenze Oregons bis zum südlichen Mendocino County (Kalifornien) ein, in einer Flächengröße von etwa 1900 Quadratmeilen.

Holzcharakteristik: Splintholz schmal, Kernholz breit, matt bis lebhaft rot, etwas bläulich getont. Spätholzzonen beiderseits scharf begrenzt, mit scharf gezeichneten, oft nur schmalen Jahresringen. Meist »feinjährig«. Holzlängsschnitt sehr geradfaserig, bei schrägem Lichteinfall auffallend glänzend, fast nadelrissig. Auf der Tangentialfläche zuweilen kräftiger Flader. Markstrahlen sehr deutlich. Harzarm, Harzgänge fehlen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 167): Das Holz entspricht dem der Sumpf-Zypresse. Von diesem unterscheidet sich »redwood«-Kernholz durch die entschieden rötliche (dort gelbliche bis goldgelbe) Färbung und den (dem Taxodiumholz fehlenden) Gerbstoffgehalt sämtlicher Zellwände. Auch der meist rotbraune Inhalt der Markstrahlzellen ist gerbstoffhaltig, ferner besteht der gelbliche bis gelbbraune Inhalt mancher Tracheiden aus in Wasser löslichem Gerbstoff. Harzausscheidungen finden sich nur in den Markstrahlzellen, nicht in den Tracheiden. In den Markstrahlzellen kommen gelegentlich auch Quertracheiden vor (281). Harzgänge fehlen. Nach Wilhelm (5, 167) können im Frühholz der Jahresringe auch (pathologische ?) Harzgänge mit dickwandigen reichlich getüpfelten Epithelzellen und goldgelbem Inhalt auftreten. Auf einem durchsichtigen Schnitt sind die großen Harzzellen bei schwacher Vergrößerung als rubinfarbige Tropfen deutlich sichtbar. Das engringige Holz zeigt etwa 172 Jahresringe auf 7,8 cm radialer Entfernung.

Beschaffenheit: Leicht, weich, sehr dauerhaft besonders im Boden wegen seines Gerbstoffgehaltes; wohl das weichste Nutzholz, dessen Späne mit dem Fingernagel entfernt werden können, spröde, leicht und glatt spaltbar, dicht aber kurzfaserig, schwindet wenig, trocknet rasch und arbeitet nicht. Gefirnißt ist das Holz ziemlich trübe, aber gut politurfähig. Das Holz wird von weißen Ameisen nicht angegriffen, deswegen gern in tropischen Gegenden verarbeitet.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,42. Härtegrad: 8. Geruchlos, Geschmack leicht adstringierend. Wasserauszug des Holzes schwach bräunlich, Alkoholauszug schwärzlich. Eisensalze färben das Holz blauschwarz (Gerbstoff).

Inhaltsstoffe: In den Parenchymzellen und allen Zellwänden hoher Gerbstoffgehalt.

Verwendung: Das technisch wertvollste Nutzholz der pazifischen Region Nordamerikas. Namentlich als Bauholz geschätzt, wird es in weitgehendem Maße als solches verwandt, aber auch anderweitig benutzt. In gemaserten Stücken (»Figured wood«) seiner Politurfähigkeit wegen zu Furnieren beliebt; auch zu Bleistiftfassungen geeignet. Viel verarbeitet zu Möbeln, Innenausstattungen, Waggonbau, Schwellen, Holzpflaster, Telegraphenstangen, Wasser- und Tunnelbauten. Nach Europa, Asien, Australien ausgeführt (2, 122). Die Holzvorräte nehmen schnell ab.

Bemerkungen: 1. Das Holz der »Kalifornischen Riesen-Sequoie« oder des »Mammut-Baumes«, »big tree«, *Sequoia gigantea* Decn., kommt nicht in den Handel, da die Bäume dieser Art als Nationaleigentum erklärt sind und nicht mehr gefällt werden dürfen (235).

2. »Redwood« dürfte mit dem Holze von *Thuja gigantea* häufig verwechselt werden. Es wird von letzterem durch die Geruchlosigkeit unterschieden, ferner dadurch, daß es sich beim Biegen nicht in den Spätholzlagen trennt wie das Holz von *Thuja gigantea*.

19. Holz der Kryptomerie.

Stammpflanze und Familie: *Cryptomeria japonica* Don. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Japanische Zeder«, »Japanische Kryptomerie«, »Sugi«, »San«, »Japanese cedar«.

Heimat: Bis 68 m hoch werdender Baum der Gebirge des südlichen Japans (Norden der Insel Hondo) und der mittleren Provinzen Chinas. Der wichtige Forstbaum wird in Japan in vielen Formen kultiviert (2).

Holzcharakteristik (2): Splintholz weiß, bei alten Stämmen 4 cm breit,

bei sehr alten bis auf 6 mm herabgehend. Kernholz im allgemeinen rötlich bis braunrot. Je nach den Formen ist die Kernholzfarbe verschieden. Nach Mayr (2) haben die Form »Benisugi« safrangelbes und die Formen »Honsugi« und »Kurosugi« dunkelbraunes Kernholz. Das Holz ist je nach den Standorten eng- und feinringig oder breitrandig (in tieferen Lagen). Herbstholzzonen erscheinen scharf begrenzt, meist schmal und dunkelrot. Markstrahlen kaum oder nur schwer sichtbar. Harzgänge fehlen. Schwacher Harzduft.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 168; 236): Frühholztracheiden meist sehr dünnwandig; viele von diesen im Querschnitt etwas gestreckt-sechseckig (radialer Durchmesser bis 0,06 mm), doch auf den Radialwänden größtenteils nur einreihig getüpfelt. Holzparenchym ziemlich reichlich, vorwiegend im Spätholz zerstreut, im Kern mit rotem Inhalt, hier auch alle Zellwände rötlich. Die Angaben Fujiokas (236), daß das »Harzparenchym« nicht zerstreut, sondern an der »Tangentiallinie« (?) mehr oder weniger gruppenweise angeordnet sei, ist unverständlich. Markstrahlen einschichtig, nur parenchymatisch, im Tangentialschnitt meist 2—10 (einzelne auch bis 18) Zellen hoch, diese hier 0,008 bis 0,016 mm hoch und meist 0,012 mm breit. Im Radialschnitt zwischen den Holzstrang-Tracheiden und den angrenzenden Markstrahlzellen meist je 2 (auch 1—3) im Frühholz schräg- bis quer-eiförmige, bis 0,008 mm lange und 0,004—0,008 mm breite Tüpfel mit deutlicher (nur der Tracheidenwand angehörender) Hofbildung. Wände zwischen den Reihen der Markstrahlzellen flach getüpfelt; Querwände in den Reihen ziemlich dünn, glatt.

Beschaffenheit: Weich, leicht und leicht spaltbar, sehr leicht zu bearbeiten, sehr dauerhaft und widerstandsfähig gegen Nässe, schwach glänzend, angenehmer Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht je nach Standort und Alter der Bäume: 0.380—0,440.

Verwendung: Dieses in größter Menge gewonnene und verwandte, auch nach Korea und China (früher selbst nach Amerika) ausgeführte Nutzholz Japans kommt wohl nur gelegentlich, unter meist verunstalteten, heimatlichen Namen (z. B. »Suni-Noki«) nach Europa. Die Sorte »Honsugi« wird wegen ihrer Dauerhaftigkeit zu Dachschindeln verarbeitet. Neben Hochbauten wird es besonders zu japanischen Lackwaren und Nippsachen verwandt (165, 1.).

20. Holz der Alerze.

Stammpflanze und Familie: *Fritzroya patagonica* Hook. fil. — Pinaceae.

Heimat: 30 m hoch werdende Bäume des südlichen Chile.

Holzcharakteristik (5, 169): Holz lebhaft fleischrot bis rötlich; sehr »feinjährig« und geradfaserig, mit welligen, sehr deutlichen Jahresringen. Der radiale Holzlängsschnitt glänzend und durch die zahlreichen Markstrahlen auffallend querstreifig, der tangentiale mit schönem »Flader«.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 169; 93; 233): Im allgemeinen entspricht der Holzcharakter dem der zypressenartigen Nadelhölzer. Frühholz-Tracheiden sehr dünnwandig, Spätholz nur wenige (4—5) Querreihen umfassend, alle Zellwände gelbrötlich; Inhalt des ziemlich spärlichen Holzparenchyms dunkel-schwarzbraun. Harzgänge fehlen. Markstrahlen nur parenchymatisch, bis 11 (manche auch nur 1—3) Zellen hoch, dünnwandig, 0,016—0,032 mm hoch und 0.012—0,020 mm breit. Im Radialschnitt auf den Kreuzungsfeldern 2—4, im Frühholz oft wenig schräge und ziemlich breite Tüpfel, Wände zwischen den Reihen der Markstrahlzellen und die Querwände in den Reihen gleichfalls getüpfelt (schwächerer Grad der Abietineentüpfelung). Das Innere der Markstrahlzellen erscheint oft sehr gleichmäßig rötlichbraun.

Beschaffenheit: Außerordentlich leicht, etwas hart, fest, sehr dauerhaft, sehr leichtspaltig, leicht bearbeitbar, gut zu glätten. Das Holz soll das der chilenischen Zypresse, *Libocedus tetragona,* an Qualität übertreffen.

Verwendung: Viel verwandtes, wertvolles Möbelholz.

20a. Holz der Heyderie.

Stammpflanze und Familie: *Libocedrus decurrens* Torr. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Westamerikanische Heyderie«, »Kalifornische Flußzeder«, »white cedar«, »bastard cedar«.

Heimat: Gebirge des pazifischen Nordamerika (2, 24).

Holzcharakteristik (5, 157): Holz mit hellem, 7—16 cm breitem Splint und hellrotem bis bräunlichrotem, angenehmem aromatisch duftendem Kern, zeigt ziemlich schmale, markwärts nicht scharf abgesetzte Spätholzschichten der Jahresringe.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 175; 43, 9; 234): Der Charakter entspricht durchaus dem Holz eines zypressenartigen Nadelbaums. Wanddicke der Spätholztracheiden nicht erheblich. Der radiale Durchmesser der Frühholztracheiden beträgt nicht über 0,044 mm, der tangentiale nicht mehr als 0,040 mm im Lichten. Markstrahlen im Tangentialschnitt 2—20-stöckig, Markstrahlzellen in dieser Ansicht 0,012 bis 0,020 mm im Lichten hoch und bis 0,012 mm breit, im Radialschnitt auf den Kreuzungsfeldern mit je 2—4 kleinen, meist schräg-elliptischen, nur 0,004 mm langen und 0,002—0,004 mm breiten Tüpfeln, seltener mit nur einem solchen.

Beschaffenheit: Leicht, weich, fein- und dichtfaserig, spröde, nicht fest, leicht spalt- und schneidbar, sehr dauerhaft, besonders im Boden, von eigenartigem Geruche. Das Holz hinterläßt, gekaut, einen etwas scharfen, schwach an Pfeffer erinnernden Geschmack (2, 24).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,364. Lufttrockengewicht: 383,7 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: Wände der Markstrahlzellen gelbrötlich, Inhalt teils bräunlichgelb, krümelig, teils, wie vorwiegend im Strangparenchym, gelbrote bis tiefrote Tropfen oder Klumpen oder auch so gefärbte, teilweise bis vollständige Ausfüllungen bildend. Alkohol greift den Inhalt kaum oder nur wenig an; Eisenchlorid bräunt die Wände, wie den gelben krümeligen Inhalt und schwärzt einzelne der roten Abscheidungen, andere bleiben ungefärbt. Harzablagerungen in den Hofräumen vieler Tracheidentüpfel färben sich mit Alkannatinktur rot.

Verwendung: Das dauerhafte, zur Herstellung von Dachschindeln wie bei Wasserbauten, Wasserleitungen, Zaunpfähle gut verwendbare Holz liefert auch einen vorzüglichen Papierstoff (43, 9). Das Holz dient auch dem Innenausbau und der Möbelindustrie.

21. Hibaholz.

Stammpflanze und Familie: *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Beilblätteriger Lebensbaum«, »Asunaro«, »Bakan Hak«, »Japanese Thuja«.

Heimat: Baum von 35 m Höhe in den Gebirgen Japans. In denen Zentraljapans geschlossene Bestände bildend. Zwei Formen werden in Japan unterschieden: 1. *Th. dol.* Kusa-atte, welche schnell wächst und geringere Holzqualität besitzt. 2. *Th. dol.* Ma-atte, die langsam wächst und gutes Holz liefert.

Holzcharakteristik: Splint etwa 3 cm breit. Kern gelblichweiß. Jahresring schmal, schwachwellig, mit ziemlich schmalen, scharf begrenzten Herbstholzzonen. Markstrahlen undeutlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz ist aus Parenchym und Tracheiden zusammengesetzt. Parenchym: seltener, hier und da zerstreut, dünnwandig, besitzt große Zellräume mit allmählichem Übergang vom Frühjahrs- zum Herbstholz. Nur an den äußeren Zellen der Herbstholzschicht, an den Tangentialwänden Tüpfel. An Radialwänden der mehr inneren Zonen des Herbstholzes und an den Zellenwänden des Frühjahrsholzes zahlreiche Tüpfel. Harzgänge fehlen. Markstrahlen bestehen nur aus Parenchym, einreihig, 1—5 zellig. Markstrahlzellen ziemlich kurz mit dünnen Querwänden. Verdickungen der Zellwände fehlen, letztere mit schief gestellten spaltenförmigen Hoftüpfeln besetzt. In den Markstrahlen und Parenchymzellen Harzsubstanz. Hier und da Markflecke.

Beschaffenheit: Fein- und geradfaserig, weich, leicht, sehr dauerhaft in Erde, Wasser und Luft; sehr starker angenehmer Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,380—0,420.

Verwendung: Geschätztes Holz für Wasser-, Brücken-, Erd-, Schiffs- und

Hausbauten. Wo »Hibaholz« wächst, stehen die anderen Nadelhölzer im Werte nach.

22. Holz des gemeinen Lebensbaumes.

Stammpflanze und Familie: *Thuja occidentalis* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Abendländischer Lebensbaum«, »Weißes Zedernholz«, »Kanadisches Zedernholz«, »Arbor vitae«, »white cedar«.

Heimat: Kleiner, selten bis 20 m hoch werdender Baum des östlichen Nordamerika (Kanada, Virginien, Karolina). In Deutschland als Zierbaum angepflanzt.

Holzcharakteristik (2): Splintholz schmal, gelblichweiß. Kernholz dunkelgelb bis hellbraun mit dunkleren und helleren ringförmigen Zonen. Das Kernholz jüngerer Bäume ist heller bis trübe braun, mitunter vom Splint wenig unterschieden. Jahresringgrenzen fein und grobwellig. Markstrahlen sehr fein, aber deutlicher als bei *Juniperus*.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 170): Dem gemeinen Wacholderholz sehr ähnlich. Das Stammholz aber (ob immer?) durch weniger zahlreiche Markstrahlen von jenem unterschieden. Nach Wilhelm (5, 170) beträgt die Anzahl der Markstrahlen auf das Quadratmillimeter der tangentialen Schnittfläche beim Thujaholze 36—114 (im Mittel etwa 70), beim Wacholderholze meist mehr als 60 (bis 140). Auf der Tangentialfläche verhält sich die durchschnittliche Menge der Markstrahlzellen bei *Thuja* (220) zu der bei *Juniperus* (300) ungefähr wie 2 zu 3 (23, 242, 283). Tüpfel der Frühholztracheiden gegen die Markstrahlzellen oft nur schwach behöft, 6,2 μ lang, 4,6 μ breit. Holzparenchym stellenweise sehr zurücktretend, sein Inhalt im Kern gelblichbraun. Inhalt der Markstrahlzellen hier gelblich, teilweise harzig.

Beschaffenheit: Weich, sehr leicht, sehr dauerhaft, gegen Fäulnis außerordentlich widerstandsfähig, schwerspaltig, wenig glänzend. Das dauerhafteste Nadelholz Kanadas.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,310. Lufttrockengewicht: 351,8 kg je 1 cbm.

Verwendung: In seiner Heimat vornehmlich zu Zaunpfählen, Schindeln und wegen seiner Dauer im Boden zu Pfosten, Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Haus- und Bootsbauten, sowie Wasserbehältern verarbeitet. Bei uns gelegentlich zu feinen Tischlerarbeiten benutzt.

Bemerkungen: 1. Das Holz des im pazifischen Nordamerika einheimischen, auch bei uns forstlich angebauten »Riesen-Lebensbaumes«, »Giant Arbor vitae«, »canoe cedar«, »red cedar of the West«, *Thuja gigantea* Nutt., ist dem des gemeinen ähnlich, zeigt aber rötlichen Kern, reichlicheres Holzparenchym, im Kern reichlicheren und dunkler gefärbten (rötlichbraunen) Inhalt der Markstrahlzellen und entschiedener gefärbte Wände der Spätholztracheiden, auch häufigere Zwillingstüpfel auf den Radialwänden der Frühtracheiden. Es hat nach Mayr (2) das spezifische Gewicht des »Weymouthskiefernholzes«, ist im Boden sehr dauerhaft, wird beim Brückenbau, zu Eisenbahnschwellen, auch zu inneren Bauzwecken, zu Schindeln und Fässern, sowie in der Kunsttischlerei verarbeitet.

2. Das im Kern hellere Holz des »Japanischen Lebensbaumes«, *Thuja japonica* Max. (*T. Standishii* Carr.) ist sehr dauerhaft.

3. Der Orientalische oder Chinesische Lebensbaum, *Biota orientalis* Endl. (*Thuja orientalis* L.), bei uns als Zierbaum bekannt, in Turkestan und China einheimisch, in Japan als »Konote-Kashiwa« nur kultiviert (2), zeigt in älteren Stämmen gut abgegrenztes, hellrötlichbraunes, in der untersuchten Probe sehr harzreiches Kernholz von angeblich großer Dauerhaftigkeit. Über die Verschiedenheiten dieses Holzes von dem der *Thuja occidentalis* in der Härte und im anatomischen Bau siehe F. Hollendonner (283).

4. Das hellbraune bis leuchtend kupferbraune, schön gezeichnete, stellenweise »geflammte«, eigenartig duftende Thuja-Maserholz des Handels läßt sich zurzeit nicht mit Sicherheit als zu einer *Thuja* gehörig ansprechen. Ob es von *Callitris quadrivalvis* stammt, bleibt zweifelhaft.

23. Holz der Oregon-Zeder.

Stammpflanze und Familie: *Chamaecyparis Lawsoniana* Parl. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Port Orford cedar«, »Lawsons cypress«, »ginger pine«.

Heimat: Über 60 m hoch werdender Baum der südlichen Teile der pazifischen Küstenregion Nordamerikas. In Europa forstlich angebaut.

Holzcharakteristik (2; 5, 171): Holz mit schmalem, 4 cm breitem, gelblichem Splint und wenig dunklerem, gelblichem, sehr harzreichem, stellenweise nicht selten verkientem und dann etwas rötlich gefärbtem Kern von starkem, durchdringend aromatischem Duft. Spätholz zonen der oft welligen Jahresringe schmal. Jahresringgrenzen dunkler — infolge des häufigen Vorkommens von mit gelbbraunen Tropfen erfüllten Parenchymzellen — ferner feinwellig und grobwellig. Markstrahlen im Splintholz dunkler gefärbt als das übrige Holz. Das dem Urwalde entstammende Holz ist sehr feinringig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 171): Der Holzcharakter ist dem des Holzes der »Gemeinen Zypresse« fast gleich, doch die meisten Markstrahlen des älteren Holzes nur 2—5, verhältnismäßig wenige bis oder über 10 Zellen hoch, des jüngeren Holzes höher. Das Holz besteht nur aus Querparenchym. Der gelbbraune, glänzende Inhalt des zahlreichen Holzparenchyms und der Markstrahlzellen in den letzteren auf Tangentialschnitten besonders auffällig. Holzparenchym nahe der Jahresringgrenze häufiger, mitunter sehr reichlich. Harzgänge fehlen.

Beschaffenheit: Im allgemeinen ziemlich leicht, leicht zu bearbeiten, außerordentlich dauerhaft, etwas seidenartig glänzend, sehr politurfähig. Das frische Holz besitzt einen durchdringenden, süßlichen, aromatischen, angenehmen Geruch. Das Holz ist häufig stark mit ätherischem Öl durchtränkt (verkient). Solche Stücke sind sehr schwer, von rötlicher Farbe und von Kopfweh verursachendem Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,450. Lufttrockengewicht: 495,7 kg je 1 cbm.

Verwendung: Die große Nachfrage nach diesem Holz hat die Bestände stark gelichtet. Wertvolles Holz für Bauzwecke, Dielen, Eisenbahnschwellen, Zaunpfosten, Rostbauten in Sumpfböden, Wassergefäßen usw.

24. Hinokiholz.

Stammpflanze und Familie: *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Feuerzypresse«.

Heimat: Bis 42 m hoher Baum Japans.

Holzcharakteristik: Splintholz 3,5 cm breit, weißlich bis schwach gelblich. Kernholz prächtig rosarot, schmalringig, mit einer scharf begrenzten rötlichen, sehr schmalen Herbstzone. Markstrahlen undeutlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Holzparenchym dünnwandig, deutlich gestreift; sehr zahlreiche Tüpfel an der Radialwand des Frühlingsholzes und an der Tangentialwand des Herbstholzes. Parenchymzellen besonders im Herbstholze ziemlich zahlreich, ungefähr 6—9% der gesamten Holzmasse, mit stark verdickten Scheidewänden und reichlicher Harzsubstanz. Harzkanäle fehlen. Markstrahlen nur aus Parenchymzellen ohne Verdickungen; Tüpfel 1—2 in einer Zelle, schräg gelagert, spaltenförmig. Tracheiden wie gewöhnlich.

Beschaffenheit: Sehr zähe, astfrei, fein- und geradfaserig, leicht spaltbar, sehr beständig gegen Witterungseinflüsse und Nässe.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht je nach dem Alter des Baumes: 0,320 bis 0,423.

Verwendung: Geschätztes Holz für Schiffsbau, Hoch- und Erdbauten, Bahnschwellen, Telegraphenstangen. Ferner in der Tischlerei und Böttcherei verarbeitet.

25. Echtes Zypressenholz.

Stammpflanze und Familie: *Cupressus sempervirens* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Zypresse.«

Heimat: 20—30 m hoher Baum Persiens, Kleinasiens und Griechenlands. In den Mittelmeerländern und Deutschland kultiviert.

Holzcharakteristik (5, 172): Holz mit grobwelligen Jahresringen, brei-

tem, gelblich- bis rötlichweißem Splint und gelbbraunem Kern, welcher mitunter lichtgelbbraun und rötlich geadert ist. Holz von starkem, etwas scharfen, eigenartig aromatischen Duft.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 172): Vom Bau des »Gemeinen Wacholderholzes«, doch die Markstrahlzellen größer, namentlich breiter (durchschnittlich 16,5 μ hoch und 13,5 μ breit) und viele Markstrahlen über 10, manche auch bis 20 Zellreihen und darüber hoch, einzelne mitunter zum Teil zweischichtig. Die Hoftüpfel der Holzstrangtracheiden gegen die Markstrahlzellen sind kleiner als beim Gemeinen Wacholder. Die schiefe spaltenförmige Tüpfelpore ist 1,3 μ breit, 4,5 μ lang und 7.7 μ breiter Querdurchmesser des Tüpfelhofes.

Beschaffenheit: Verhältnismäßig hart und dicht, ziemlich leichtspaltig, sehr fest, schwer und dauerhaft, angeblich dem Insektenfraß nicht unterworfen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,550—0.620.

Inhaltsstoffe: Kern mit farblosen Tracheidenwänden, aber lebhaft gelb- bis rotbraunem (oft kugelige oder längliche, homogene, glänzende Ballen bildende) Inhalte des zahlreichen Holzparenchyms und der Markstrahlzellen, die außerdem meist farbloses bis gelbliches Harz enthalten, das stellenweise auch die Tracheiden erfüllt.

Verwendung: Geschätztes Werkholz, auch zu Tischler- und Drechslerarbeiten gesucht.

26. Holz des Virginischen Wacholders.

Stammpflanze und Familie: *Juniperus virginiana* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Virginischer Sadebaum«, »Virginische Zeder«, »Rote Zeder«, »Bleistiftholz«, »red juniper«, »red cedar«, »Savin«.

Heimat: Je nach dem Standort kleinster oder bis 30 m hoch werdender Baum mit weiter Verbreitung im atlantischen Nordamerika und in Mitteleuropa. Vollkommen frosthart.

Holzcharakteristik (2): Splintholz schmal, fast weiß bis gelblich. Kernholz je nach dem Standort gelblichrot, rosenrot, dunkelrot bis bläulichrot. Im frischen Zustand meist rosenrot, geht die Farbe nach der Holzverarbeitung bald in einen hellbraunen Ton über. Jahresringverlauf deutlich und wellig. Markstrahlen zahlreich, nur mit der Lupe sichtbar, etwas tiefer gefärbt als das Holz, 10 bis 16 je 1 mm. Die Holztextur ist von den

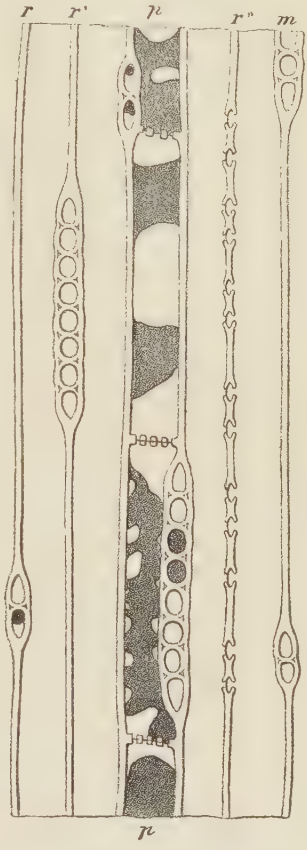


Abb. 59.
Tangentialschnittsansicht aus dem Holz des Virginischen Wacholders, *Juniperus virginiana* L., 240/1. *r*, *r'*, *r''* angeschnittene Radialwände der Tracheiden, z. T. mit Hoftüpfeln. Zwischen den Tracheiden einschichtige Markstrahlen, deren einer mit *m* bezeichnet, *p p* Längsreihe von Parenchymzellen, in diesen Einlagerung des (in Wirklichkeit tiefroten) Kernstoffes, den auch manche Markstrahlzellen führen.
(Nach Wilhelm.)

Standortsbedingungen abhängig. Frühholz und Sommerholz sind in Farbe und Härte wenig voneinander unterschieden.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 173): Der Holzcharakter (siehe auch Abb. 59) entspricht im allgemeinen dem des gemeinen Wacholderholzes, doch sind die Tüpfel der Holzstrangtracheiden gegen angrenzende Markstrahlzellen durchschnittlich kleiner als dort. Harzgänge

fehlen oder sind sehr selten. Nach einigen, an Material verschiedener Herkunft vorgenommenen Ermittlungen, betrugen durchschnittlich die Breite (b) und Länge (l) der schief spaltenförmigen Pore und der längste Durchmesser (q) des Hofes der betreffenden Tüpfel im Frühholze beim »Gemeinen Wacholder« 3,2 μ (b), 6,6 μ (l) und 8,1 μ (q), beim »Virginischen« nur 2,1 μ (b), 5,0 μ (l) und 6,0 μ (q).

Beschaffenheit: Ziemlich leicht und dauerhaft, weich, sehr leichtspaltig, dichtfaserig, gut bearbeitbar. Die Qualität des Holzes wechselt stark innerhalb des Verbreitungsgebietes, sogar lokale Verhältnisse beeinflussen die Textur. Starker und angenehm aromatischer Duft. Frisch gefälltes Holz bedeckt sich selbst gegen Verdunstung ungeschützter Hirnflächen mit einem weißen kristallinischen Anflug von Zedernkampfer.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0.33.

Inhaltsstoffe: Im Kernholz aller Zellwände rötlichgelb. Der (teilweise harzige) Inhalt der Markstrahlzellen rot bis bläulichrot, der Inhalt des Holzparenchyms gelbrot bis purpurrot.

Verwendung: Das wichtigste der zahlreichen »Zedernhölzer« des Handels, unübertrefflich für Bleistiftfassungen, aber auch in der Bau-, Kunst- und Möbeltischlerei verwandt. Als »Bleistifttholz« hat sich in Deutschland gewachsenes Material ebenso brauchbar erwiesen, wie das aus Nordamerika eingeführte (285). Das Sägemehl dient zu Riechkissen.

Bemerkungen: 1. Das »Zedern-Kernholz«, welches auf kleinen Hügeln und in Niederungen wächst, ist entschieden von besserer Qualität als solches von Bäumen, die auf höher gelegenem Lande wachsen. Es hat eine gleichförmigere dunkelrote Farbe, ist weicher und enthält sehr wenig »white rot« oder »polecat« Holz, welches häufig bei »Upland«-Zeder vorkommt. Nach Aussage der Bleistiftfabriken soll das Zedernholz aus der Nähe seines westlichen Verbreitungsgebietes in Texas und Arkansas eine »flinty« (kieselhaltige) harte Textur besitzen, welche die Qualität beeinträchtigt und seine Verwendung für Bleistifte häufig unmöglich macht. Ein weiterer Fehler, bekannt als »bird's eye« findet sich häufig sowohl bei Zedern von kleinen Hügeln als auch vom Hochland. Er besteht in einem kleinen schwarzen Fleck, der vom Kern nach außen läuft und durch schlafende Knospen veranlaßt wird. Ihre Wirkung auf die Qualität des Holzes hängt ab von der Größe und Häufigkeit der »bird's eyes«.

2. Das »Florida-Zedernholz« des Handels soll von der auf den Bermudasinseln einheimischen »Bermudas-Zeder«, *Juniperus Bermudiana* L. geliefert werden. Wilhelm (5, 173) untersuchte die unter obigem Namen zur Untersuchung gelangten, durch besonders schöne, bläulichrote Kernfarbe ausgezeichneten Proben. Sie waren vom »Virginischen Bleistifttholz« nicht zu unterscheiden.

3. Das harzreiche Holz der ostafrikanischen »Zeder des Schumewaldes«, *Juniperus procera* Hochst., eines in den Wäldern West-Usambaras häufigen und dort bis in 2100 m Höhe ansteigenden Baumes zeigt äußerlich große Ähnlichkeit mit dem von *J. virginiana*. Von diesem erscheint es aber unter dem Mikroskop hauptsächlich durch die auf die Grenzzonen der Jahresringe beschränkte Ausbildung typischer Spätholzzellen unterschieden, ebenso durch die weitgehende Löslichkeit des roten Inhalts des Kernholzparenchyms in Alkohol, der aber die im Kernholz stellenweise beträchtliche und besonders in Querschnittspräparaten auffallende Rötung der Zellwände nicht beseitigt. Im Gegensatz zum Holz von *Juniperus virginiana* zeigte das von *J. procera* in mikroskopischen Präparaten nach hinlänglicher Einwirkung von Alkohol keinerlei rot oder rötlich gefärbten Zellinhalt. Dieser erscheint vielmehr heller oder dunkler gelbbraun und an Menge sehr vermindert.

27. Holz des Gemeinen Wacholders.

Stammpflanze und Familie: *Juniperus communis* L. — Pinaceae.

Nomenklatur: »Macholder«, »Krammetsbeerstaude«, »ground cedar«.

Heimat: Je nach dem Standort Strauch oder bis 15 m hoch werdender Baum Europas, Nordasiens, Nordchinas, Nordamerikas und Nordafrikas.

Holzcharakteristik (5, 174): Holz mit schmalem, rötlichweißem oder hellgelbem Splint und gelbbraunem, stellenweise auch rötlichem oder blaßviolettem Kern. Jahresringe grobwellig, engringig, entsprechend der »spannrückigen« Querschnittsform des Stammes. durch die schmalen, dunkeln Spätholzzonen sehr deutlich. Markstrahlen nur sehr schwer zu erkennen. Harzkanäle fehlen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 174): Der Charakter entspricht dem des Holzes zypressenartiger Nadelhölzer. Keine Harzgänge. Vereinzeltes Holzparenchym im Spätholz. Durchaus parenchymatische Markstrahlen. Zwischen Holzstrang tracheiden und benachbarten Markstrahlzellen meist je 1—4, auch im Frühholz sehr deutlich behöfte Tüpfel (s. Abb. 60). Markstrahlen meist 2—10 Zellreihen hoch, die Querwände in diesen oft nur seicht getüpfelt oder ganz glatt. (Beim Tannenholz sind diese Wände fast ausnahmslos auffallend und dicht getüpfelt.) Markstrahlzellen (im Tangentialschnitt des Holzkörpers gemessen) im Mittel gewöhnlich 11 μ hoch und 5,5 μ breit.

Beschaffenheit: Angenehm kampferartig duftend, schwach glänzend, ziemlich feinfaserig, weich, zähe, schwerspaltig, sehr fest und dauerhaft, mittelschwer, biegsam und schwach elastisch, schwindet wenig, brennkräftig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0.53—0,70. Spez. Frischgewicht: 1,02 bis 1.12.

Inhaltsstoffe: Im Kern hellbrauner, von gelbem Harze begleiteter Inhalt. Letzterer auch in manchen Spätholztracheiden, während das Holzparenchym im Kernholz weingelben bis lebhaft gelbbraunen, oft in kugeligen Massen oder länglichen Pfropfen abgelagerten Inhalt führt. der sich mit Eisenchlorid tiefschwarz färbt. Ätherisches Öl.

Verwendung: Weniger für Tischlerarbeiten als in der Drechslerei gesucht zu Pfeifen, Spazierstöcken, Bleistifthüllen und Luxusgegenständen. Auch zur Gewinnung von ätherischem Öl benutzt.

Bemerkung: Der mikroskopische Bau des Holzes des »Gemeinen Wacholders« ist für die Hölzer der zypressenartigen Nadelbäume typisch. Wie bei allen diesen, zeigen mitunter auch hier die Innenwände der Tracheiden, besonders im Spätholz schmaler Jahresringe, eine feine, ringsum schraubig verlaufende Streifung. Diese, übrigens bei allen Nadelhölzern, besonders dem Rotholz ab und zu vorkommende Erscheinung darf mit dem Auftreten so deutlich ausgebildeter und scharf abgegrenzter, schraubig angeordneter Verdickungsleistchen, wie sie für das Holz der Douglastanne und das der Eibe charakteristisch sind (vgl. Abb. 46, 49) nicht verwechselt werden.

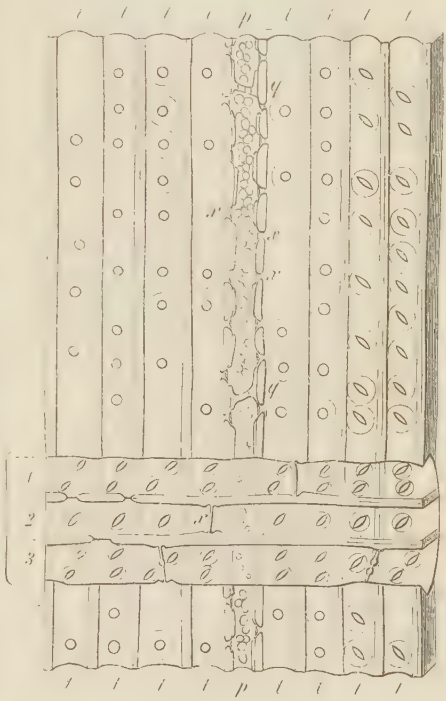


Abb. 60.
Radalschnittsansicht aus dem Holz des Gemeinen Wacholders, *Juniperus communis* L.,360/1 *t t* Holzstrang-Tracheiden mit Hoftüpfeln auf den radialen Wandflächen, *p p* eine Reihe von Holzparenchymzellen mit gemeinsamen Querwänden *q*, einfachen Tüpfeln gegen die benachbarten, behöft getüpfelten Tracheiden und Stärkekörnern im Innern. *M* Markstrahl aus 3 Reihen von Parenchymzellen, zwischen diesen und den Holzstrang-Tracheiden *t* große, nur im Tracheidenanteil der gemeinsamen Radialwand behöfte Tüpfel (»juniperoide« Tüpfelung). In den Reihen der Parenchymzellen gemeinsame, teils einfach getüpfelte, teils glattwandige Querwände, solche z. B. bei *x* und in *1*. (Nach Wilhelm.)

b) Die Hölzer monokotyler Pflanzen.

Monokotyle Hölzer sind immer an den über die ganze Querschnittfläche ver-

teilten, gegen den Umfang meist dichter gestellten Gefäßbündeln, sowie dem Fehlen von Markstrahlen und Jahresringen zu erkennen (siehe Abb. 61).

Abb. 61.
Querscheibe eines Palmenstammes, die regellos zerstreuten Gefäßbündel zeigend.
(Nach Nördlinger.)

28. Palmenholz.

Die wichtigsten Palmen, deren Stammteile technisch verwendet werden, sind:

a) *Phoenix dactylifera* L. »Dattelpalme«, »Khajur«, »Dabino«.
b) *Livistona inermis* R. Br., »partridge wood.«
c) *Caryota urens* L.
d) *Copernicia cerifera* Mart. »Brasilianische Weißpalme.«
e) *Borassus flabelliformis* L. var. *aethiopum* Mart. »Borassus Palme«, »Palmyra Palme«, »Delep Palme«.
f) *Hyphaene coriacea* Gaertn. »Dum Palme«, »Mia Palme«.
g) *Raphia vinifera* P. de Beauv. »Ankent«, »Tombo palm«.
h) *Calamus spec.* »Rotang Palme.«
i) *Arenga saccharifera* Labill. »Molukkische Zuckerpalme«, »Kitool«.
k) *Iriartea spec.* L.
l) *Oreodoxa regia* H. B. K. »Palma real.«
m) *Oenocarpus mapora* Karst. »Mapore.«
n) *Cocus nucifera* L. »Kokuspalme«, »Zebraholz«, »Stachelschweinholz«.
o) *Astrocaryum spec.* »Gru-Gru.«
p) *Bactris utilis* Oerst. »Pejibaye.«
q) *Yucca treculeana* Carr. »Palma pita« und andere Yuccaarten.

a) Palmenholz im allgemeinen.
(Palmyraholz.)

Bei den Palmenhölzern besteht die Hauptmasse der meisten Gefäßbündel aus harten, sehr dickwandigen Sklerenchymfasern. Die Gefäße selbst befinden sich gewöhnlich nur zu wenigen am inneren Bündelrand, welcher infolgedessen im Quer schnitt, wenigstens unter der Lupe, porös erscheint. Neben den eigentlichen Gefäßbündeln treten gegen den Umfang des Stammes zu auch kleine, nur aus Sklerenchymfasern gebildete Bündel auf. (Siehe Abb. 62.) Über den Bündelverlauf im Palmenstamm siehe (304). Da die Zahl der Bündel von innen nach außen zunimmt, muß der peripherische Teil eines Palmenstammes den inneren an Härte und Festigkeit übertreffen.

Im Querschnitt erscheinen die Bündel rundlich oder nierenförmig oder in der Richtung des Stammradius gestreckt und dabei nach außen verschmälert. Im Längsschnitt bilden sie harte, dichte, glänzende Längsstreifen in harter Grundmasse, welche unter der Lupe meist körnig erscheint, das heißt die einzelnen (gleichfalls hart- und oft dickwandigen) Zellen, zuweilen in Querschichten erkennen läßt.

Die äußere Struktur, wie der innere Bau der Palmenhölzer gestalten sich sehr gleichartig. Im Querschnitt erscheinen die letzteren gefleckt, im Tangentialschnitt, welcher sehr politurfähige Flächen liefert, zeigt sich ein oft sehr gefälliger, von Farbenunterschieden begleiteter Längsstreifen, die diesen Hölzern auch den Namen »Zebraholz« oder »Stachelschweinholz« verschafft hat (42, 2). Im allgemeinen beschränkt sich die Praxis auf die Unterscheidung hellen (gelben oder roten) und dunklen (schwarzen) Palmenholzes.

Die Hölzer baumartiger Palmen kommen für die europäische Industrie nur wenig in Betracht, so wertvolle »Kunsthölzer« manche davon auch darstellen.

Nach Semler (12) gelangt hauptsächlich das Holz der »Cocospalme«, *Cocos nucifera* L., als »Porkupine«- oder »Porkupinien-Holz« nach Europa. Dieses zeigt im Tangentialschnitt auf homogen gelbbraunem, unter der Lupe rötlich punktiertem Grunde schwarzbraune und rotbraune Streifen. Die rötlichen Pünktchen entsprechen einzelnen mit rotbraunem Inhalte dicht gefüllten Zellen des Grundgewebes. Im Querschnitt zeigen sich meist rundliche bis eiförmige, tief schwarzbraune, einseitig poröse Flecke in heller, bräunlicher Grundmasse.

Das Holz der »Dattelpalme« *Phoenix dactylifera* L. (23, 5) hat die Farbe alten Eichenholzes. Die Gefäßbündel erscheinen nur wenig dunkler als das Grundgewebe, sind 1—2 mm dick und im Quer-

schnitt rundlich. In jedem von ihnen zeigt die Lupe 2—3 an einer Stelle des Umfanges zusammengedrängte Gefäße als Poren, die unter dem Mikroskop 0,100—0,135 mm weit sind und schmale, quergedehnte Hoftüpfel (»treppenförmige Wandverdickung«, s. Abb. 8 *C*) besitzen. Die Hauptmasse der Bündel bilden 20 bis 32 μ breite Sklerenchymfasern, deren dicke, im Querschnitt deutlich geschichtete Wände von Tüpfelkanälen durchsetzt werden. Das Grundgewebe besteht aus sechsseitigen, dickwandigen, 72—112 μ breiten, da und dort mit sternförmigen Kristalldrusen erfüllten Parenchymzellen.

Ein ausgezeichnetes Palmenholz liefert die im indisch-malaiischen Florengebiet verbreitete *Arenga saccharifera* Labill. (23, 5), die »Molukkische Zuckerpalme«, in ihrer Heimat »Kitool« genannt. Das Holz kommt von Ceylon und Cochinchina in den Handel und übertrifft an Schönheit der Farbe und Zeichnung sowie an Härte und Dauerhaftigkeit die meisten anderen von Palmen stammenden Kunsthölzer. Der Querschnitt zeigt herzförmige, außen schwarze, innen licht bräunliche, 2—3 mm breite Gefäßbündel in tiefbraunem Grundgewebe. Im Tangentialschnitt erscheint das Holz tiefbraun, teils von schwarzen, teils von goldig glänzenden Längsstreifen durchzogen; diese entsprechen den inneren jene den äußeren Teilen der Gefäßbündel. Nicht jedes Gefäßbündel enthält echte Gefäße, sondern viele Bündel bestehen nur aus Sklerenchymfasern. Letztere sind bis 60 μ breit und haben sehr dicke, im Querschnitt konzentrisch geschichtete, von Tüpfelkanälen durchsetzte Wände. Die Gefäße, in den vollkommenen Bündeln stets nur zu wenigen an einer Stelle des Umfanges, sind bis 0,108 mm weit und, wie die der Dattelpalme (siehe oben), »treppenförmig verdickt«. Das Grundgewebe besteht aus unregelmäßig geformten, bis 98 μ breiten und bis 196 μ langen Zellen mit sehr dicken, gleich dem Inhalt bräunlich bis blutrot gefärbten Wänden.

Sehr ähnlich dem eben beschriebenen ist das Holz von *Caryota urens* L.

Auch das Holz der Deleb- oder Palmyra-Palme, *Borassus flabelliformis* L. soll in Europa Verwendung finden, unter andern auch geschätzte Furniere, »Stachelschweinholz«, liefern (42, 2).

β) Stuhlrohr.

Das »Stuhlrohr« oder »Spanische Rohr« wird von den schlank zylindrischen fingerbis zolldicken Stämmen der in den Tropen der Alten Welt heimischen Rotangpalmen, Arten der Gattung *Calamus* L. geliefert. Die besten Sorten sollen aus dem

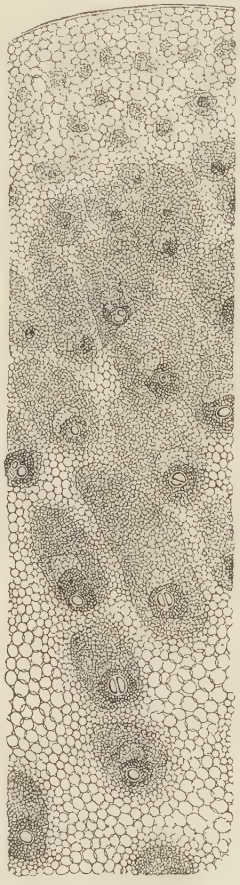


Abb. 62.
Segment aus einem Palmenstamm *(Geonoma caespitosa)*. Querschnittsansicht, 30mal vergrößert. Gefäßbündel mit mächtigen Sklerenchymscheiden und peripherisch gelagerte kleine Sklerenchymbündel. (Nach Drude.)

Lande der Battaks auf Sumatra und aus Borneo kommen (305).

Die betreffenden Stämme sind mit einem glänzenden, fahlgelben bis bräunlichen, festen und harten Hautgewebe versehen, nach dessen Entfernung sie sich leicht in dünne, aber sehr elastische und zugfeste Streifen zerspalten lassen. Der Querschnitt besitzt die bekannte Struktur des Palmenstammes. Unter dem Mikroskop zeigen die meisten Bündel neben wenigen engen

ein sehr weites Gefäß und zwischen den Flanken dieses und dem aus Sklerenchymfasern bestehenden anderen Bündelteile weite Siebröhren (306, 307). Das Stuhlrohr wird teils in ganzen Stücken, teils

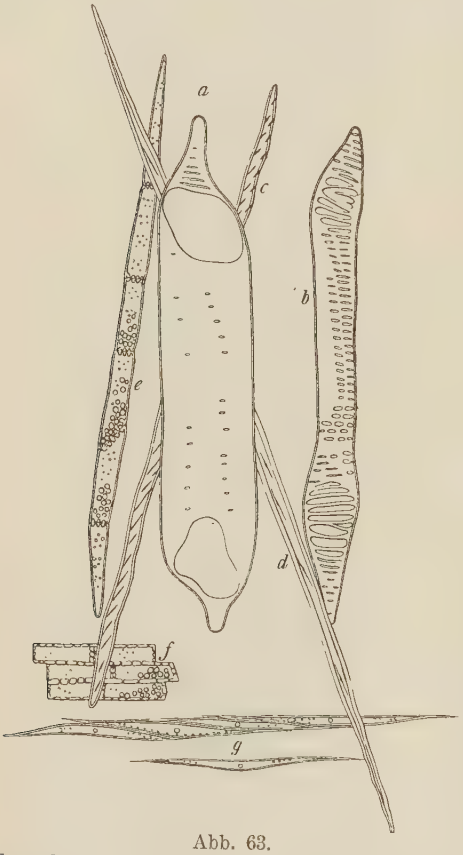


Abb. 63.
Formelemente des Holzes der Rotbuche, *Fagus silvatica* L., durch Mazeration isoliert. *a*, *b* Gefäßglieder; *a* mit einfacher, *b* mit leiterförmiger Durchbrechung. *c* Tracheide mit den schief spaltenförmigen Poren der (infolge der Mazeration undeutlichen) Hoftüpfel. *d* Sklerenchymfaser (»Libriform«). *e* Reihe kurzer Parenchymzellen (Holzparenchym); in den einzelnen Zellen Stärkekörner. *f* Markstrahlzellen; *g* desgleichen aus dem Innern eines breiten Markstrahles. 100 : 1.
(Nach R. Hartig.)

gespalten als Flechtmaterial verwendet. In erster Form liefert es beliebte Spazierstöcke, so die »Malakkarohre«, die »partridge canes« der Engländer, auch die fälschlich so genannten »Zuckerrohre«. Manches zu Spazierstöcken bestimmte Stuhlrohr wird künstlich durch Rauch gebräunt (42, 3). *C. Scipionum* Lour., in Cochinchina »Heotau« genannt, soll die schönsten Stöcke liefern (42, 3; 305). Gespaltenes Stuhlrohr dient zu den verschiedensten Flechtarbeiten. Braungebeizte Streifen liefern ein Surrogat für »Piassave«; mit Kautschuk imprägnierte dünne Rohre werden als »Wallosin« anstatt Fischbein zur Herstellung von Schirmgestellen benutzt (305).

Spazierstöcke werden übrigens auch von anderen dünnstammigen Palmen geliefert, so die »Penang Lawyers« von *Licuala acutifida* Mart.

c) Die Hölzer dikotyler Pflanzen. Laubhölzer.

Die dikotylen Holzgewächse, die Laubhölzer, enthalten im Gegensatz zu den Nadelhölzern stets echte Gefäße (Tracheen). Näheres über diese wurde schon früher erwähnt. Infolge der Gefäße erscheinen im Querschnitt der Hölzer entweder schon mit freiem Auge oder im Lupenbild mehr oder minder deutlich zahlreiche Poren in dichterer Grundmasse, die Holzlängsschnitte gröber oder feiner gefurcht (»nadelrissig«). Sind die Gefäße mit Thyllen verstopft (»Füllzellen«), so können erstere für das freie Auge unkenntlich bleiben. Die Jahresringe, welche bei Nadelhölzern auffällig sichtbar sind, treten bei Laubhölzern gewöhnlich weniger deutlich hervor, bei manchen Tropenhölzern fehlen sie, wenigstens als kenntliche Strukturelemente, ganz. Die Markstrahlen sind im Gegensatz zu den Nadelhölzern, wo sie immer unkenntlich sind, bei vielen Laubhölzern schon häufig mit freiem Auge — mitunter sehr auffällig — wahrnehmbar. Sie können selbst dann, wenn sie einzeln unkenntlich bleiben, durch ihre Anordnung bestimmte Strukturen hervorrufen.

Der feine Bau des Holzes der Laubbäume bietet hinsichtlich der Art und Ausbildung der Formelemente (Abb. 63) weit mehr Verschiedenheiten, als der der Nadelbaumhölzer, doch gilt dies nur von den Holzsträngen. Die ausschließlich aus Parenchym bestehenden Markstrahlen sind — im Gegensatze zu denen mancher Nadelhölzer — sehr einförmig, ihre Anatomie kommt daher für den mikroskopischen Charakter der einzelnen Arten im allgemeinen weniger in Betracht. Umsomehr ist auf ihre Ausmaße im ganzen und auf die ihrer einzelnen Zellen, sowie darauf zu achten, ob die Markstrahlen im Tangentialschnitt des Holzkörpers regellos ver-

teilt oder in Querzonen geordnet sind. Nicht selten sind die Kantenzellen der Markstrahlen von den übrigen in der Gestalt auffallend verschieden, so daß man sie von ihnen, den »liegenden«, das heißt in der Richtung des Markstrahlverlaufes gestreckten, als »aufrechte« unterscheiden kann (227). Kny (90) benennt die aufrechten Zellen als »Palissadenzellen«, die liegenden als »Merenchymzellen«. Zuweilen erscheinen im Radialschnitt die Wände der Kantenzellen gegen deren Innenräume sehr ungleichmäßig wellig bis zackig abgegrenzt.

Die äußere Struktur der Laubbaumhölzer ist ungleich mannigfaltiger als die des Holzes der Nadelbäume und bietet eine Reihe oft schon dem unbewaffneten Auge zugänglicher Merkmale. Solche sind namentlich in der ungleichen Weite und Verteilung der Gefäße, den wechselnden Ausmaßen, mitunter auch der besonderen Anordnung der Markstrahlen und nicht selten in der reihen- oder schichtenweisen Wechsellagerung dünnwandiger und dickwandiger Zellen und den hierdurch hervorgerufenen Zeichnungen des Holzkörpers gegeben. — Hierzu gesellen sich die oben erwähnten zahlreichen Verschiedenheiten im feineren Bau der Formelemente, die zum mikroskopischen Charakter beitragen, sodann bei Kernhölzern vielerlei Färbungen in reicher Abstufung und zum Teil in Tönen, die den Nadelbaumhölzern fehlen. So stellt sich der Holzkörper der Laubbäume im Vergleich zu dem der Nadelbäume als ein in mehrfacher Hinsicht vollkommeneres organisches Gebilde dar und zeigt auch in der Zeichnung seiner tangentialen Schnittflächen, in seinem »Flader«, häufig eine Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit, die im weit einfacher gebauten Holze der Nadelbäume nicht zustandekommen kann.

In den nachstehenden Beschreibungen der wichtigsten Laubhölzer ist, soweit es sich um deren Anatomie handelt, zunächst das Verhalten der Gefäße berücksichtigt. »Kenntlich« oder »unkenntlich« sind sie genannt, je nachdem sie im Querschnitt eines Holzes mit freiem Auge wahrgenommen werden können oder nicht. Bei den als ringporig bezeichneten Hölzern sind die Gefäße im Frühholze eines jeden Jahresringes auffallend weiter als gewöhnlich und zahlreicher als in seinem übrigen Teil und bilden so an einer inneren, dem Mark zugekehrten Grenze, eine poröse Zone, den sog. »Porenkreis«, in welchem sie oft schon mit freiem Auge, jedenfalls aber unter der Lupe, als rundliche Löcher (»Ringporen«) deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Bei den zerstreutporigen Laubhölzern, bei denen Jahresringe entweder deutlich sind oder fehlen, zeigen die Gefäße im ersten Fall innerhalb der einzelnen Jahresringe annähernd gleiche, ansehnliche bis geringe Weite oder nehmen doch von innen nach außen allmählich an Weite ab, sind höchstens im Frühholz zahlreicher, und in allen Fällen entweder ziemlich gleichmäßig verteilt, oder in bestimmter, zuweilen sehr auffälliger Weise gruppiert. Ferner sind die Weite, das heißt der radiale Durchmesser, und die Art der Durchbrechung der Gefäßgliedenden angegeben, sowie, ob »Schraubenleistchen« vorhanden sind, das heißt ob die inneren Wandflächen der Gefäße schraubig ringsum laufende Verdickungsstreifen zeigen. Das Fehlen solcher ist dort, wo es zweckmäßig schien, besonders hervorgehoben, die Gefäße sind dann als »glattwandig« bezeichnet. Die immer vorhandene, aber im nämlichen Holzkörper nach Menge, Größe und Form oft ungleiche, von den angrenzenden Elementen vielfach beeinflußte Tüpfelung der Gefäße ist nur dort erwähnt, wo es der Charakteristik dienlich ist. Das gleiche gilt für das Vorhandensein oder Fehlen der Thyllenbildung.

Die Markstrahlen sind »unkenntlich«, wenn sie auf der Querschnittsfläche eines Holzes mit unbewaffnetem Auge nicht deutlich unterschieden werden können. Was sonst über ihre Größe und die ihrer Zellen und die Ausmaße dieser gesagt wird, gilt gewöhnlich immer deren Erscheinung im tangentialen Längsschnitt des Holzkörpers. Die Zahlenangaben über die Höhe und, wo es nötig erscheint, auch über die Breite der Markstrahlzellen (1 μ = 0,001 mm) beziehen sich auf den betreffenden Durchmesser des Innenraumes (»Lumens«) der Zellen, also auf den Abstand der einander entgegengesetzten inneren Wandflächen. Die Höhe der Markstrahlzellen übertrifft gewöhnlich deren Breite, und diese ist stets dort am

geringsten, wo die Markstrahlzellen zwischen dickwandigen Fasern verlaufen. Sind jene dagegen von Parenchym umgeben, so kann die Breite ihrer Zellen der Höhe dieser nahezu gleichkommen. Der im Radialschnitt ersichtlichen Länge der Markstrahlzellen ist nur ausnahmsweise gedacht; sie wechselt auch im nämlichen Holz und ist ganz allgemein an den Kanten der Markstrahlen geringer als im Inneren dieser. Als »gleichförmig« sind die Markstrahlzellen bezeichnet, wenn sie im radialen Längsschnitt des Holzkörpers keine erheblichen Verschiedenheiten in Größe und Gestalt aufweisen.

Die sonstigen Angaben bedürfen im Hinblick auf das über den Bau der Laubhölzer früher schon Gesagte keiner weiteren Erläuterung. Faserzellen der Holzstränge, bei denen die Frage, ob Tracheiden oder Sklerenchymfasern, offen bleiben sollte, wurden schlechtweg »Holzfasern« genannt. »Kristallkammern« sind Kristallschläuche, die durch Querteilung von Holzparenchymzellen entstanden sind. Bei der großen Anzahl der technisch verwandten und hier zu betrachtenden Laubholzarten bietet eine übersichtliche Zusammenstellung dieser nach äußeren oder mikroskopischen Merkmalen nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Eine solche, sehr sorgfältig bearbeitete und gut verwendbare Zusammenstellung in Form eines analytischen Bestimmungsschlüssels, auch für die wichtigsten Nadelhölzer bringt T. F. Hanausek (69, 2). Ähnliches versuchten Piccioli (85), K. Wilhelm (228) und R. Hartig (229). Siehe III.

29. Kasuarinaholz.

Die Arten der Gattung *Casuarina* L. (Fam.: Casuarinaceae), allgemein wegen ihrer Härte als »Eisenhölzer« bezeichnet, wachsen größtenteils in Australien, manche auch auf den polynesischen und ozeanischen Inseln, sowie im tropischen Asien.

Die wichtigsten Nutzholz liefernden Arten der Gattung *Casuarina* sind:

a) *Cas. Cuninghamiana* Miq. — »Scrub oak«.
b) *Cas. distyla* Vent. — »Stunted She oak«.
c) *Cas. equistifolia* Forst. — »Keulenbaum«, »Swamp oak«.
d) *Cas. Fraseriana* Miq. — »She oak«.
e) *Cas. glauca* Sieb. — »Bull oak«.
f) *Cas. montana* Leschen. — »Bergkasuarina«.
g) *Cas. stricta* Ait. — »Shingle oak«.
h) *Cas. suberosa* Ott. et Dietr. — »Erect She oak«.
i) *Cas. sumatrana* Miq. — »Ru ronan«.
k) *Cas. torulosa* Ait. — »Forest oak«.

Die Übersicht aller bekannten Eisenhölzer siehe (24).

Allgemeine Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik der Kasuarinahölzer.

Holzcharakteristik (5, 1; 420): Holz zerstreutporig, bräunlich oder rötlich bis schmutzig fleischfarben, mit oder ohne dunklen, braunen, bis roten oder braunvioletten Kern. Gefäße im Hirnflächenschnitte unkenntlich, oder als helle Pünktchen erscheinend. Im letzteren Falle durch zellenweise wechselnde größere oder geringere Häufigkeit scheinbar Jahresringe andeutend. Markstrahlen entweder unkenntlich oder neben vielen unkenntlichen auch verschieden zahlreiche, ansehnliche, bis 2 mm breit; oft von Holzsträngen durchsetzt. Holz im Längsschnitt gleichmäßig dicht oder fein nadelrissig, auf den Radialflächen glänzend und kein Vorhandensein von breiten Markstrahlen, mit auffälligen Spiegeln. Letzteren entsprechen im Tangentialschnitt spindelförmige, bis zwei und mehr Zentimeter lange bis 1—2 mm breite, dunklere Längsstreifen. Kasuarinahölzer mit breiten Markstrahlen erhalten durch diese Ähnlichkeit mit nicht ringporigen Eisenhölzern, von denen sie sich auf dem Hirnflächenschnitt durch den Mangel der zwischen den breiten Markstrahlen vorhandenen hellen, radialen Streifchen leicht unterscheiden (6, 8). Daher auch die englischen Bezeichnungen »She oak«, »Forest oak«. Im Lupenbilde erscheinen auf Hirnflächenschnitten die Gefäße als mehr oder minder feine Pünktchen oder Poren, oft in annähernd radialen oder schrägen Reihen, und nebst den feinen Markstrahlen zahlreiche, meist sehr zarte, helle, wellig verlaufende Querlinien. Letzteren entspricht auf der radialen Längsfläche eine feine, mehr oder weniger deutliche Längsstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 1; 420).

Gefäße 0,03 bis 0,09—0,20 mm, selten bis 0,30 mm weit, meist einzeln, ungleichmäßig verteilt, mit Neigung zur Anordnung in radialen oder schrägen Reihen; ausnahmsweise zu 2—5 in Radialreihen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßtüpfel klein, mit meist quergestellten spaltenförmigen, seltener runden Poren. Gefäßwände an tüpfelfreien Stellen oft auffällig querstreifig. In den Gefäßen kleine Thyllen.

Markstrahlen zerstreut, einschichtig und klein oder zwei bis dreischichtig, meist 0,15—0,40 und mehr Millimeter hoch, oder auch mehr- bis vielschichtig, dann mehrere Millimeter bis Zentimeter hoch, und von Holzsträngen mehr oder weniger durchsetzt. Seltener kommt neben breiten drei- bis vielschichtigen Markstrahlen eine einschichtige vor. Markstrahlzellen meist 8—25 μ, ausnahmsweise bis 150 μ hoch, oft nur 2,7—5,4 μ breit; meist ziemlich gleichförmig. Die Kantenzellen sind, mit seltenen Ausnahmen — *C. torulosa* Ait. — nur wenig höher. Fasertracheiden bilden in mehr oder weniger regelmäßigen Radialreihen die Grundmasse. Sie sind sehr dickwandig, englumig, von rundlichem Querschnitt, in der Umgebung der Gefäße sehr reichlich, sonst spärlicher getüpfelt. Die Schließhäute der Tüpfel sind mitunter als dicke, linsenförmige Scheibchen sehr auffällig. (*C. montana* Leschen.). Holzparenchym reichlich, in vielfach unterbrochenen oder zusammenhängenden, ein- bis dreischichtigen, oft sehr regelmäßigen Querzonen (Abb. 64).

Kristallkammern hier und da zerstreut.

Inhaltsstoffe (5, 1): In allen oder fast allen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms teils heller, teils dunkler, brauner oder rotbrauner bis tiefroter Inhalt. Dieser ist in Alkohol unlöslich oder teilweise löslich — der braune Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchyms von *C. torulosa* Ait. wird durch Alkohol rasch und vollständig gelöst, der manche Markstrahlzellen ausfüllende gelbbraune, harzähnliche Inhalt derselben Holzart löst sich mit gelber Farbe meist erst durch Kalilauge — und schwärzt sich mit Eisenchlorid mehr oder weniger stark, indem er sich vorher allmählich bräunt. In den Gefäßen liegt häufig homogener, gelb- bis rotbrauner oder auch roter Inhalt von gleichem Verhalten gegen Alkohol und Eisenchlorid. Die Wände der Tracheiden und Gefäße häufig gelblich. Auf Hirnflächen- und radialen Längsschnitten treten die einander kreuzenden, lebhaft gefärbten Markstrahlen und Holzparenchymzonen in scharfen Gegensatz zu den dickwandigen farblosen Tracheiden.

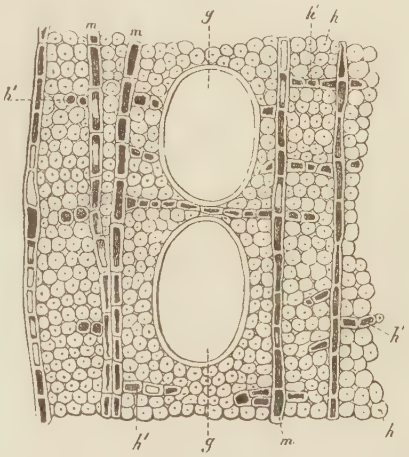


Abb. 64.
Vergr. 300. Querschnitt durch das Holz der *Casuarina equisetifolia* (Eisenholz). *g g* Gefäße, *h h* Tracheiden, *m m* Markstrahlen, *h' h'* Holzparenchym. (Nach Wiesner.)

a) *Casuarina Cunninghamiana* Miq.

Nomenklatur: »Scrub oak«, »She oak«, »River oak«.

Heimat: Bis 21 m hoher Baum Nordostaustraliens.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe Allgemeine Holzcharakteristik usw. Das Holz zeigt schöne Textur.

Beschaffenheit: Dichtfaserig, hart.

Verwendung: Faßdauben, Schindeln, Brennholz.

b) *Casuarina distyla* Vent.

Nomenklatur: »Stunted She oak«, »River oak«.

Heimat: 12—18 m hoher Baum Süd- und Westaustraliens.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik:

Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Das Holz ist von brauner bis tiefroter Farbe.

Beschaffenheit: Leicht, zäh, fest.

Verwendung: Ochsenjoche und landwirtschaftliche Geräte.

c) *Casuarina equisetifolia* Forst.

Botanisches Synonym: *C. muricata* Roxb.

Nomenklatur: »Keulenbaum«, »Streitkolbenbaum«, »Eisenholz«, »Swamp oak«, »Iron wood«, »mvindya«.

Heimat: 15—21 m hoher Baum in Australien, Neukaledonien, trop. Asien. In tropischen und subtropischen Ländern kultiviert. (Ostafrika, Indien, Malaiische Halbinsel, Philippinen, Argentinien.)

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. — Holz mit schöner Maserung. Das Splintholz ist etwas heller in der Farbe als das rötlichbraune bis dunkelbraune Kernholz. Im allgemeinen sind Splint und Kern nicht scharf voneinander unterschieden, da das Holz vom Splint zum Kern allmählich dunkler wird. Die Poren sind mäßig groß, oft in radialen oder schrägen, gabelförmigen Reihen. Das Holzparenchym verläuft in rillenförmigen »konzentrischen« Linien. Innerhalb des allgemeinen anatomischen Holzcharakters der Kasuarinahölzer zeichnet es sich noch durch folgendes aus (5, 1): 9—11 Gefäße und etwa 13—16 Markstrahlen auf 1 qmm Hirnschnittfläche. Gefäße meist 0,10 bis 0,20 mm weit. Markstrahlen 1—3-schichtig, 0,03—0,40, meist etwa 0,10 bis 0,30 mm hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig und gleichförmig, 5—20 μ, oft selbst bis zu 40 μ hoch, 3—7 μ breit. Kantenzellen gewöhnlich von gleicher Form, seltener etwas höher und kürzer. Die Querzonen des Holzparenchyms meist einschichtig. Sie erscheinen auf Hirnflächenschnitten häufig unterbrochen und unvollständig. Die Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, mit Harz angefüllt. Fasern bilden den Hauptbestandteil des Holzes. Sie sind dickwandig, mehr oder weniger regelmäßig radia gereiht.

[Das Holz von *Cas. equisetifolia* ändert seine innere Struktur je nach den Standortsbedingungen. So wechselt die Ausbildung der Markstrahlen sehr stark. Neben breiten und schmalen Markstrahlen der einen Holzsorte treten solche auf, die keine oder doch nur verschwindend breite Markstrahlen haben; ferner Hölzer mit unregelmäßigen und unterbrochenen Holzparenchymquerbändern neben solchen mit ununterbrochenen, sehr regelmäßigen Querbändern (24, 2; 56, 2).]

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, schwer zu bearbeiten, neigt zum Reißen und Schwinden. Der Feuchtigkeit und Luft abwechselnd ausgesetzt, soll es leicht verderben, ständig im Wasser aber von langer Dauer sein.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 879,5 bis 1007 kg je 1 cbm.

Verwendung: Sehr gutes Brennholz, wertvoll für Bahnschwellen, Pfosten, Innenausbau von Häusern, Radfelgen, Speichen, Wagendeichseln, Kunstarbeiten. Da das Holz durch Feuchtigkeit leicht verdirbt, wird es für Verwendung im Freien meist imprägniert.

d) *Casuarina Fraseriana* Miq.

Nomenklatur: »She oak«.

Heimat: Westaustralien.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Das geruchlose, bitter schmeckende, feinfaserige, schöngezeichnete Holz hat eine glänzende Grundfläche mit breiten dunklen Streifen. Das Splintholz ist hellbraun, der Kern rötlich weiß, hellrot oder fleischrot. Splint und Kern unterscheiden sich nur wenig voneinander. Markstrahlen deutlich. Poren sehr undeutlich, von beträchtlich wechselnder Größe, unregelmäßig verteilt, 0—20 je 1 qmm.

Beschaffenheit: Wie Kasuarinaholz im allgemeinen. Das Holz neigt jedoch zum Reißen oft bis zum Kern und muß darum sorgfältig getrocknet werden. Es sägt sich schwer (hierbei ohne Geruch), ist aber leicht und glatt zu hobeln.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 727,5 kg je 1 cbm. Der Härtegrad entspricht ungefähr dem der Buchen.

Verwendung: Sehr geschätztes Möbelholz, auch zu Schwellen.

e) *Casuarina glauca* Sieb.

Nomenklatur: »Bull oak«, »Billa«.

Heimat: Bis 15 m hoher Baum Australiens.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Das Holz ist von rötlicher Farbe mit kleinen dunkleren Adern.

Beschaffenheit: Dichtfaserig und fest (*Quercus ilex* ähnlich).

Verwendung: Wie Kasuarinaholz im allgemeinen, besonders zu Faßdauben, Schindeln, Einfriedigungen (aber nicht zu Grundpfosten).

f) *Casuarina montana* Leschen.

Nomenklatur: »Bergkasuarina.«

Heimat: Malaiischer Archipel.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik (24, 3): Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Das hellbraune Holz zeigt zahlreiche breite Markstrahlen neben vielen 1—2 schichtigen. Gefäße 0,08 bis 0,14 mm weit, 20—26 pro 1 qmm Querschnittfläche. Holzparenchymzellen sehr regelmäßig, 0,07—0,16 mm voneinander entfernt.

Beschaffenheit: Spezifisch etwas leichter als das Holz von *Cas. equisetifolia* (24, 3).

Verwendung: Wie Kasuarinahölzer im allgemeinen.

g) *Casuarina stricta* Ait.

Botanisches Synonym: *Cas. quadrivalvis* Lab.

Nomenklatur: »Shingle oak«, »River oak«, »Pferdefleischholz« z. T. (siehe dieses).

Heimat: Bis 9 m hoher Baum Südostaustraliens. Über das ganze ostaustralische Küstengebiet verteilt. An der Küste von Ostafrika und Indien.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Holz rötlich, mit dunklen Längsstreifen. Im äußeren Kernholzteil hübsch gemasert, im dunkleren mittleren Teil weniger hübsch.

Beschaffenheit: Dichtfaserig, schwer, sehr hart, zähe, sehr gut zu bearbeiten, gut politurfähig, nicht sehr dauerhaft, von guter Tragfähigkeit.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,953—1,037.

Verwendung: Zu Schindeln, Faßdauben, Speichen, Axtgriffen, Turngeräten, Möbelholz; liefert ausgezeichnete Holzkohlen.

h) *Casuarina suberosa* Ott. et Dietr.

Nomenklatur: »Erect She oak«, »Beef wood«.

Heimat: 9—15 m hoher Baum des mittleren und östlichen Australiens.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Rötliches, hübsch gezeichnetes Holz.

Beschaffenheit: Ähnlich dem Holze von *Cas. stricta* Ait. Es neigt beim Austrocknen sehr zum Reißen.

Verwendung: Furniere, Schindeln, Instrumentengriffe, hölzerne Hämmer, Bumerangs.

i) *Casuarina sumatrana* Miq.

Nomenklatur: »Ru ronan«, »Iron wood«.

Heimat: Malaiische Inseln.

Diese Art unterscheidet sich von *Cas. equisetifolia* durch die sehr großen und deutlichen Markstrahlen. Das Holz ist infolgedessen besser für Kunsttischlerei geeignet.

k) *Casuarina torulosa* Ait.

Botanisches Synonym: *Cas. lugubris* Salisb., *Cas. tenuissima* Sieb.

Nomenklatur: »Forest oak«, »Beef wood«, »She oak«, »River oak«, »Australian Mahagoni« (England).

Heimat: 18—24 m hoher Baum Queenslands, Neusüdwales, Südaustraliens und Nordostaustraliens.

Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Splint hellbraun. Kern dunkel- oder ziegelsteinrot bis hellrot. Splint vom Kern scharf unterschieden. Poren leicht sichtbar, verschieden groß. Von den Markstrahlen nur die großen sichtbar. Jahresringverlauf unkenntlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Im Rahmen der allgemeinen ana-

tomischen Holzcharakteristik ausgezeichnet durch Gefäße, verschieden groß, mit dem Alter an Größe zunehmend, 30 bis 55 je 1 qmm, einzeln oder bis zu vier in locker verbundenen Gruppen, oft mit weißem Inhalte. Die großen Markstrahlen deutlich, sehr breit, sehr lang, nach außen sich verbreiternd, 12—17 je 1 qmm. Die kleinen Markstrahlen sehr fein.

Beschaffenheit: Geruch- und geschmacklos, fein-, dicht- und geradfaserig. Glänzende Oberfläche. Gut spaltbar.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 775,5 bis 846 kg je 1 cbm. Härtegrad ähnlich dem des Schwarzdorns.

Verwendung: Sehr gesuchtes, schönes Möbelholz. Zu Schindeln, Möbelfurnieren. Wertvolles Brennholz.

Bemerkung: Das Holz von *Cas. torulosa* wird oft mit dem von »Red oak« und anderen Kasuarinen verwechselt.

30. Pferdefleischholz.

Das Pferdefleischholz wird von verschiedenen Baumarten, die botanisch zum Teil einander sehr fern stehen, gewonnen. Lieferanten des Pferdefleischholzes sind:

a) *Casuarina stricta* Ait.
b) *Swartzia tomentosa* D. C.
c) *Rhizophora mangle* L.
d) *Mimusops balata* Gaertn.
e) *Dolichandrone longissima* (Lour.) K. Sch.

Welche von diesen Arten das echte aus Surinam stammende Pferdefleischholz des Handels liefert, ist nicht genau anzugeben; sehr wahrscheinlich ist *Swartzia tomentosa* D. C. die Stammpflanze des »Echten Pferdefleischholzes«.

a) *Casuarina stricta* Ait.
Casuarinaceae.

Siehe Nr. 29, Kasuarinaholz.

b) *Swartzia tomentosa* D. C.
Leguminosae — Caesalpinoideae.

Botanisches Synonym: *Robinia panacoco* Aubl.

Nomenklatur: »Pferdefleischholz«, »Beef wood«, »Bull tree«, »Bolltrie«, »Brasilianisches Pao-Fero«, »Horseflesh mahogany«, »Naranjillo« (Venezuela), »Wamar« (Britisch-Guayana).

Heimat: Bis 5 m hoher Baum des nördlichen Südamerika (Guayana, Brasilien).

Holzcharakteristik: Das zerstreutporige Holz hat eine an frisches Pferde- oder Ochsenfleisch erinnernde Färbung und mäßigen, fettartigen Glanz. Die Gefäße erscheinen auf der Querschnittsfläche als in Radial- oder Schraubenreihen angeordnete helle Pünktchen, wodurch eine schrägstreifige oder netzartige Musterung hervorgerufen wird. Die Gefäßpünktchen verlaufen in Querzonen und rufen so eine jahrringähnliche Zeichnung hervor. Die Markstrahlen sind auf dem Querschnitt schwer, mit der Lupe als feine Streifen zu erkennen. Mit diesen kreuzen sich zarte, wellige Querlinien. (Hierdurch wird das echte Pferdefleischholz von »Eukalyptushölzern«, die ihm im äußeren Ansehen wie in bezug auf Härte und Schwere ähneln, unterschieden.)

Anatomische Holzcharakteristik: Wilhelm gibt (5, 2) eine anatomische Beschreibung einer Probe des Pferdefleischholzes aus Surinam, deren Stammpflanze nicht festgestellt ist. Es erscheint fraglich, ob diese Beschreibung auf *Swartzia tomentosa* D. C. zutrifft. Das *Swartzia tomentosa*-Holz zeigt stockwerkartige Struktur im Tangentialschnitt, sowie zerstreute Gefäße.

Beschaffenheit: Sehr hart, dicht, schwer, dichtfaserig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,143—1,231.

Verwendung: Besonders in der Stockindustrie, Musikinstrumentenfabrikation, namentlich zu Geigenbogen.

Bemerkung: Wilhelm (5, 2) betrachtet die Ableitung des Pferdefleischholzes von *Swartzia tomentosa* D. C. selbst als recht fraglich. Als »Beef wood« beschreibt Stone (6, 7) das Holz von *Stenocarpus salignus* R. Br. (Proteaceae).

c) *Rhiziphora mangle* L.
(Rhiziphoraceae).

Dieses als »Tandaholz« bezeichnete Holz ist zweckmäßig wegen seines Baues und seiner Beschaffenheit aus der Reihe der Pferdefleischhölzer auszuscheiden. (Siehe Tandaholz Nr. 152.)

d) *Mimusops balata* Gaertn.
(Sapotaceae).

Botanisches Synonym: *Mimusops globosa* Gaertn., *Sapota Muellerii* Linden, *S. Muellerii* Bl.

Nomenklatur: »Pferdefleischholz«, »Balataholz«, »Kugelbaumholz«, »Bull tree«, »Bullet wood«. In Guayana »Burué«, »Koberu«, »Balata«.

Heimat: Bis 35 m hoher, immergrüner Waldbaum, der am meisten in den Überschwemmungsgebieten von Britisch- und Niederländisch-Guayana verbreitet ist und in Französisch-Guayana, Venezuela, Jamaika und Trinidad vorkommt.

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelpflaumenrot oder dunkelbraun, ähnlich der Farbe des rohen Fleisches. Splint braun, scharf vom Kern abgesetzt. Auf der glatten Querschnittsfläche sind Gefäße mit glänzendem Inhalt erkennbar, ferner verschiedentliche verschieden breite Jahresringe, sowie zahlreiche, mit bloßem Auge schwer erkennbare hellere Linien und Markstrahlen. Gefäße klein, zahlreich, in kurzen Radiallinien durch helles Parenchym verbunden. Letzteres sehr fein und dicht, 5—7 solcher Parenchymstreifen auf 1 mm, gelegentlich etwas weniger.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße nicht geradläufig, sondern wellig bis winklig, in Radialgruppen von 2—10, der Maximaltangentialdurchmesser 0,08 mm, Holzfasern sehr dickwandig mit meist verschwindendem Lumen, derbwandiges Holzparenchym bettet die Gefäße ein. Die Parenchymbänder 1—3 Zellen dick. In den Zellen häufig bräunlichroter Inhalt. Auf dem Tangentiallängsschnitt zeigen die Markstrahlen unregelmäßige Höhe, betragen etwa 100—120 auf 2 mm, sind 0,05 bis 1 mm hoch und 0,008—0,024 mm breit, ein- bis zweischichtig; die mittleren Markstrahlzellen klein, mit Inhalt angefüllt. Auf dem Radiallängsschnitt verläuft das Holzparenchym in regelmäßigen vertikalen Reihen, seine Zellen sind verlängert rechtwinklig, leer oder mit Inhalt angefüllt. Die Markstrahlzellen sind aufrecht rechtwinklig, dickwandig, getüpfelt, vereinzelt mit einem Saum oder inneren Band von viereckigen, ebenfalls verdickten Zellen, die inneren Markstrahlzellen liegen, ihre Wände sind verdickt und deutlich getüpfelt. Alle Markstrahlzellen sind gewöhnlich mit Inhalt angefüllt.

Beschaffenheit: Fein, gerad- und dichtfaserig, sehr schwer, hart, fest, glatt zu hobeln, hält Nägel schlecht, stark kernrissig, sehr dauerhaft, besonders Witterungseinflüssen gegenüber. Das Holz soll dreimal so große Widerstandsfähigkeit besitzen wie Eiche und fast doppelt so widerstandsfähig sein wie das beste »Teakholz«.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,90—1,232, Lufttrockengewicht: 943 bis 960 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: In fast allen Gewebeteilen orangeroter bis braunroter Inhalt.

Verwendung: Die Nutzung des Holzes ist wegen der »Balata«-Gewinnung (Ersatz für Guttapercha) in Guayana eingeschränkt. Es wird für Windmühlenarme, Pfosten und Bauten verwandt, welche den Witterungseinflüssen stark ausgesetzt sind. Für Brückenbau und Durchlässe ist es sehr geeignet. Das obere Schaftteilholz und das Astholz finden für die Anfertigung von Schindeln, Radspeichen, Pfählen und dergleichen Verwendung. Wegen seiner großen Widerstandsfähigkeit soll es Green Heart überdauern.

Bemerkungen: 1. Das in der Form von viereckig geschlagenen Blöcken von 4,5—12 m Länge und 0,25—0,45 m im Quadrat, von Surinam (Holländisch-Guayana) zur Einfuhr gelangende Holz ist von besserer Qualität als das aus Demerara (Englisch-Guayana), welches etwas knotig ist.

2. Man unterscheidet drei Varietäten von *Mimusops balata*-Holz: »Red«, »White« und »Black«. Von diesen ist »Red« die beste Sorte.

3. Das Holz wird vielfach zu den sogenannten »Mahagonihölzern« gezählt, weicht jedoch von diesen in anatomischer Hinsicht stark ab und zeigt nicht die dem Mahagoni eigentümlichen Lichtspiegel.

e) *Dolichandrone longissima* (Lour.) K. Sch. (Bignoniaceae).

Über dieses, aus Malabar-Neuguinea stammende Holz kann zurzeit nichts Näheres angegeben werden, weil genau bestimmtes Holz für die Untersuchung nicht zu erlangen war.

31. Weidenhölzer.

Das Weidenholz wird von einheimischen Arten der Gattung *Salix* L. (Familie: Sa-

licaceae) geliefert. Von den Baumweiden sind es *Salix alba* L. (»Weißweide«) und *Salix fragilis* L. (»Bruchweide«) und in geringerem Maße die schwächere *Salix caprea* L. (»Sahlweide«), von denen das Nutzholz stammt.

Allgemeine Holzcharakteristik (5, 3): Holz zerstreutsporig mit unkenntlichen Gefäßen und Markstrahlen; im

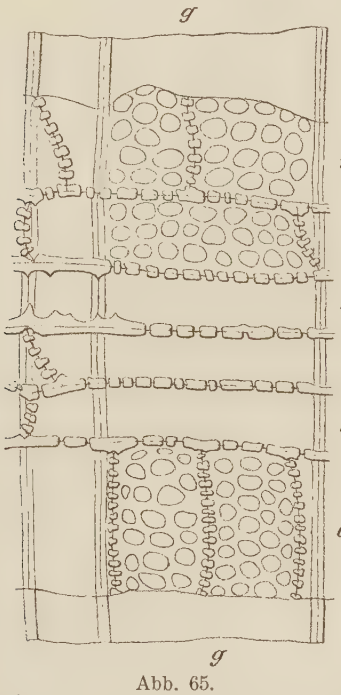


Abb. 65.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Weide, *Salix alba* L. (440/1), ein Stück eines aus 6 Zellreihen bestehenden Markstrahles zeigend. Die Kantenzellen (in 1 und 6) erheblich höher als die übrigen, gegen das Gefäß *g g* mit zahlreichen weiten Wandtüpfeln. Die Längswände zwischen den Markstrahlzellreihen und die Querwände in diesen reichlich getüpfelt. (Nach Wilhelm.)

Lupenbild sind diese oft nur eine Gefäßweite voneinander entfernt. Holzlängsschnitt glänzend, deutlich nadelrissig, mit hellem Splint mit hellrotem oder mehr bräunlichem Kern; oft Markfleckchen. Die Markstrahlen treten im Tangentiallängsschnitt auch unter der Lupe nicht hervor.

Allgemeine anatomische Holzcharakteristik: Gefäße zahlreich, meist einzeln, seltener zu 2—3 in Radialreihen nebeneinander, gleichmäßig verteilt, meist 0,08—0,12 mm weit, glattwandig, mit dicht nebeneinander gedrängten, meist sechsseitig abgeplatteten Hoftüpfeln besetzt. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Markstrahlen fast ausnahmslos einschichtig, häufig über 10, auch bis 20 Zellen hoch. Markstrahlzellen von zweierlei Gestalt (Abb. 65), die einen in radialer Richtung gestreckt, die anderen — die oberen und unteren Kantenzellen — in dieser Richtung kürzer, dafür aber meist 2—4 mal höher und ihre an Gefäße grenzende Seitenwände mit zahlreichen, großen rundlichen Tüpfeln versehen, die den Maschen eines zierlichen Netzwerkes gleichen (90, 91). Holzfasern bilden die Grundmasse des Holzes, sie sind derbwandig, meist weitlumig mit kleinen spärlichen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym fast ausschließlich im äußersten Spätholze der Jahresringe, diese abgrenzend.

Allgemeine Beschaffenheit: Leicht, sehr weich, grobfaserig, leichtspaltig, meist zäh, biegsam. Gute Weide muß sich riemenartig wickeln lassen ohne zu brechen.

Prüfung: Die Dauerhaftigkeit des Weidenholzes beträgt im allgemeinen (nach Nördlinger, Pfeil u. a.) im Freien, geschützt: 35—40 Jahre; ungeschützt: 30 Jahre; unter Wasser unhaltbar. Nach Mothes (Baulexikon) immer naß: 20 Jahre; naß und trocken abwechselnd an der Luft: 5 Jahre; von der Luft abgeschlossen: 4 Jahre; im Trocknen: 600 Jahre. Das Schwindmaß beträgt für Langholz: 0,5—0,697%, für Querholz in der Richtung der Spiegel: 0,9—4,8% in der Richtung der Jahresringe: 1,9—9,2%, im Mittel: 4,20%. Schwindmaß in Richtung der Faser: 0,05%, in Richtung des Spiegels: 2,07%.

Allgemeine Verwendung: Blind- und Kistenholz, dient zur Herstellung von Holzschuhen, Bau von Flußkähnen, es ist das geeignete Material für Kricketschläger, zur Erzeugung von Papiermasse, ferner hauptsächlich zu Flechtarbeiten, Faschinen, Siebböden verwandt. Bekannt sind die aus Weide gefertigten Korbmöbel, besonders die »Maderamöbel« aus »Weißer Weide«. Zur Herstellung dieser Möbel wird die Weide entweder geschält und der weiße Kern verarbeitet oder man kocht die Weide mit Schale, wobei die Gerbsäure der Schale den Kern braun färbt, der dann verarbeitet wird. In der Haltbarkeit sind beide Farben gleich.

Über die besten Nutzweidensorten siehe Sallmann (444).

a) *Salix alba* L.

Nomenklatur: »Weißweide«, »Silberweide«.

Heimat: Bis 24 m hoher, früh kernfaul und hohl werdender Baum ganz Europas, bis zu 62° nördl. Breite.

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik«. Splint schmal, weiß; Kern lebhaft hellrot bis dunkelbraun. Im Querschnitt ist das Holz gleichmäßig zerstreutporig mit deutlichen Jahresringgrenzen und von sehr feinen, mit bloßem Auge meist nicht sichtbaren Markstrahlen durchzogen.

Beschaffenheit: Ziemlich geradfaserig und glänzend, sehr leicht, sehr weich, leichtspaltig, sehr biegsam, jedoch sehr wenig fest und von geringer Brennkraft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,75 bis 0,860. Spez. Trockengewicht: 0,430 bis 0.530.

Verwendung: Siehe »Allgemeine Verwendung«. Das Holz wird ferner in der Tischlerei und beim Bootsbau verwendet. Der Tischler bevorzugt das Holz der *Salix alba* var. *vitellina* L., »Dotterweide«, »Goldweide«, das sich gut hobeln, beizen und lackieren läßt.

b) *Salix caprea* Lin.

Botanisches Synonym: *S. tomentosa* Ser., *S. hybrida* Vill., *S. aurigerana* Lapey., *S. ulmifolia* Thuill.

Nomenklatur: »Sahlweide«, »Palmweide«.

Heimat: Raschwüchsiger Halbbaum Europas, Sibiriens, Kleinasiens bis Persien.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik«. Das ziemlich grobfaserige Holz ist glänzend mit gelblich- bis rötlichweißem Splint und hellrotem oder braungelb gewässertem Kern, das heißt es zeigt unregelmäßig verlaufende dunklere Linien und Zonen.

Beschaffenheit: Siehe »Allgemeine Beschaffenheit«. Leicht, weich, leicht spaltbar, sehr gut zu biegen, elastisch, wenig fest, schwindet mäßig und besitzt ziemliche Dauer und Brennkraft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,73 bis 0,97; spez. Lufttrockengewicht: 0,43 bis 0,63.

Verwendung: Wie Weidenholz im allgemeinen. Das Holz wird besonders in Süddeutschland zu Weinbergspfählen, außerdem zu Faschinen- und Zaunholz verwandt. Die Holzkohle dient als Schreibkohle und zur Pulverfabrikation.

c) *Salix fragilis* L.

Nomenklatur: »Bruchweide«, »Knackweide«.

Heimat: Sehr raschwüchsiger, meist etwas krummschäftiger, bis 15 m hoher Baum ganz Europas, Kleinasiens, bis Persien und Sibirien. In Indien kultiviert.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik«. Ziemlich grobfaseriges Holz mit weißem bis hellgelbem Splint und gelbrotem bis dunkelbraun gewässertem Kern.

Beschaffenheit: Das Holz ähnelt dem der *Salix alba* sehr, ist aber brüchig und von sehr geringer Brennkraft.

Verwendung: Infolge seiner Brüchigkeit zu Flechtarbeiten usw. ungeeignet. Vorwiegend Brennholz, hier und da auch als Blindholz für Möbel verwandt.

Von weniger wichtigen Weiden wären zu nennen: 1. *Salix viminalis* L. »Korbweide«, »Bandweide«, »Hanfweide«, welche in Mitteleuropa bis zum Amurgebiet vorkommt und vielfach auch in Indien und China angepflanzt wird. Im Holz ähnelt sie der *Sal. alba* L., liefert ein vortreffliches Bandholz und ist das feinste Korbflechtmaterial. 2. *Salix acutifolia* Willd. »Kaspische Weide«, »Schimmelweide«. Ihre Heimat ist nördliches und östliches Rußland; sie ist in Deutschland eingeführt. Ihr Holz ist etwas schwerer als das der Weißweide, sehr wenig elastisch und wenig fest. Das mittlere Lufttrockengewicht beträgt: 520. Die »Kaspische Weide« ist zur Feinflechterei ungeeignet, da sie nicht von reinweißer Farbe und nur von geringer Biegsamkeit ist, dagegen wird sie stark verbraucht zur Herstellung von Bandstücken, Faßreifen, in der Stuhlfabrikation und zu grobem Flechtwerk. Dickere Stücke dienen als Zaun- und

Faschinenholz, Sensen- und Harkenstiele auch als Brennholz.

Bemerkung: Die anatomische Unterscheidung des Holzes der einzelnen Weidenarten erscheint durchführbar. Versucht wurde eine solche von Piccioli (85, 2), vor allem in der neueren Zeit von H. Herrmann (91). Autorin stellt in ihrer vergleichenden Holzanatomie den Pappeln und Baumweiden die Weidengattung gegenüber und trennt sie nach der Ausbildung der Markstrahlzellen. Bei Pappeln — mit Ausnahme der kanadischen Pappel — sind sie alle gleich hoch, bei *Salix* bestehen die Markstrahlen immer aus zwei Zellformen usw. (siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der Weiden«). Die einzelnen Weidenarten unterscheidet Herrmann durch die Gefäße und Markstrahlen. Näheres siehe (91).

32. Pappelhölzer.

Das Pappelholz wird von europäischen und nordamerikanischen Arten der Gattung *Populus* L. (Familie: Salicaceae) geliefert.

Allgemeine Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Pappelholz ähnelt in seiner äußeren Struktur wie in seinen physikalischen Eigenschaften sehr dem Weidenholze (siehe 31). Es unterscheidet sich von letzterem jedoch dadurch, daß die Gefäße häufiger zu 2—3, seltener zu mehreren in Radialreihen zusammenstehen, und daß im älteren Stammholz die Höhe der gegen benachbarte Gefäße grobgetüpfelten, meist randständigen Markstrahlzellen die der übrigen nicht, oder doch nur unerheblich übertrifft (Abb. 66). Im jüngeren Holz, namentlich der Äste, nähert sich der Markstrahlbau dem der Weiden. Vergleiche auch (84; 85, 1; 91).

Aufzählung der wichtigsten Pappelholzbäume:

a) *Pop. alba* L. — »Weißpappel«, »Silberpappel«.
b) *Pop. balsamifera* L. — »Balsampappel«, »Balsam cotton wood«, »Balsam wood«.
c) *Pop. canadensis* Moench. — »Kanadische Pappel«, »Cotton wood«.
d) *Pop. grandidentata* Michx. — »Großzähnige Pappel«, »Poplar«.
e) *Pop. nigra* L. — »Schwarzpappel«.
f) *Pop. pyramidalis* Roz. — »Pyramidenpappel«.
g) *Pop. tremula* L. — »Zitterpappel«, »Aspe«.
h) *Pop. tremuloides* Michx. — »Amerikanische Zitterpappel«, »Amerikanische Aspe«.
i) *Pop. trichocarpa* Torr. et Gray. — Haarfrüchtige Pappel«, »Black cotton wood«.

a) *Populus alba* Linné.

Botanisches Synonym: *Pop. major* Mill., *Pop. nivea* Willd.

Nomenklatur: »Weißpappel«, »Silberpappel«, »White poplar«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum der südlichen Hälfte Europas und des Orients. Nach Norden bis zu 67° durch Anbau verbreitet.

Holzcharakteristik: Splint weiß, Kern anfangs gelb, später gelbbraun bis braun, zuweilen mit rötlichen Stellen. Im grünen Zustande nach alten Krautfässern riechend. Jahresringe deutlich. Markstrahlen sehr zahlreich, kaum sichtbar, Gefäße ebenfalls sehr zahlreich, etwas ungleichmäßig verteilt.

Anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Von den zerstreuten Gefäßen sind die größeren gegen den inneren Jahresring gelegen, meist einzeln, im allgemeinen in zerstreuten Gruppen, zuweilen zu 2—7 gruppiert. Die gruppierten Gefäße sind in kleinen Linien angeordnet und erzeugen so inmitten des Fasergewebes eine moiréartige Zeichnung. In den Gefäßen dünnwandige Thyllen.

Beschaffenheit: Ziemlich grob und langfaserig, ziemlich glänzend, sehr leicht, sehr weich, äußerst leicht und glattspaltig, nur wenig biegsam, ziemlich elastisch, wenig fest, aber gut zu bearbeiten. Das Holz besitzt nur geringe Dauer und Brennkraft. Es neigt mäßig zum Schwinden, wirft sich wenig und ist leicht und gut zu leimen.

Prüfung: Grüngewicht im Mittel: 950 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: im Mittel 540 kg. Mittleres spez. Lufttrockengewicht: 0,48.

Verwendung: Sehr geschätztes Blindholz. Es dient zur Innenauskleidung bei Eisenbahnwaggons, zu Packfässern

und Kisten für trockene Gegenstände, in der Holzschnitzerei, zu Mulden, Schüsseln, Holzschuhen, ferner in der Zündholzfabrikation, Holzschleiferei und Zellulosefabrikation verwendet. Es liefert ausgezeichnete Reißbretter.

b) *Populus balsamifera* L.

Botanisches Synonym: *Pop. tacamahaca* Mill.

Nomenklatur: »Balsampappel«, »Balsam cotton wood«, »Balsam wood«, »Balsam poplar«.

Heimat: Bis 24 m hoher Baum Nordamerikas (Alaska bis Hudsonbai und Neu-Fundland, Neu-England, Neuyork, Nebraska, Oregon, Newada), Kanada (hier meist nur bis 18 m hoch werdend), Indien, Westtibet, Nordwesthimalaja, Afghanistan, Nordasien und China.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik«.

Beschaffenheit: Wie Pappelhölzer im allgemeinen; es wirft sich beim Austrocknen stark. Das Holz ist so schwach, daß es häufig durch Wind gebrochen wird.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 361,35 kg je 1 cbm. Bruchkoeffizient der Transversalfestigkeit: 550 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Papierstoff, lokal für hölzerne Gegenstände; als Nutzholz weniger gehandelt, geht es unter dem Namen »Cotton wood«; als Brennholz wertlos.

c) *Populus canadensis* Moench.

Botanisches Synonym: *P. laevigata* Ait., *P. latifolia* Moench., *P. marylandica* Bosc., *P. virginiana* Dum. de Cours., *P. nigra* var. *β-deltoides* Marsh., *P. monilifera* Ait.

Nomenklatur: »Kanadische Pappel«, »Cotton wood«, »Carolina poplar«

Heimat: Sehr raschwüchsiger, bis 50 Meter hoch werdender Baum Nordamerikas (Quebec, Ontario, Neuyork, Pennsylvanien, Atlantische Staaten bis Westflorida (535), westlich der Rocky Mountains bis Neu-Mexiko), in Deutschland, Frankreich, Belgien und Argentinien angepflanzt.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik«. Der Splint selten mehr als 8 cm dick, rahmweiß. Der Kern hellbräunlich, die zerstreuten Poren sind sehr zahlreich und fast gleichgroß. Jahresringe deutlich und gleichmäßig rund, im höheren Alter wellig, Markstrahlen sehr zahlreich.

Beschaffenheit: Ziemlich grob und langfaserig, glänzend, sehr weich, äußerst leichtspaltig, ziemlich biegsam,

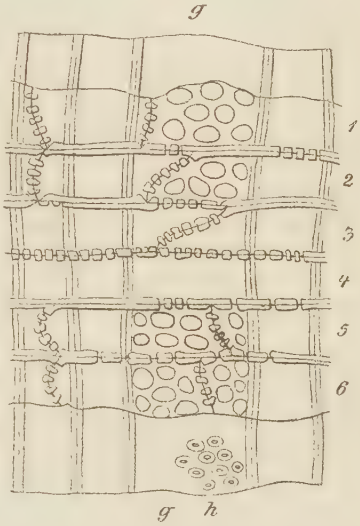


Abb. 66.
Radialschnittsansicht aus dem Holz der Silberpappel, *Populus alba* L., (440/1), ein Stück eines aus 6 Zellreihen bestehenden Markstrahles zeigend. Die Kantenzellen (in 1 und 6) nicht höher als die übrigen, wie die nächst inneren (in 2 und 5) mit zahlreichen weiten Wandtüpfeln gegen das angrenzende Gefäß *g g*, in dessen Längswand bei *h* Hoftüpfel. — Reichliche Tüpfelung der Querwände in den Zellreihen des Markstrahles wie der Längswände zwischen diesen. (Nach Wilhelm.)

schwach elastisch und sehr wenig fest, zähe, gut getrocknet äußerst leicht. Es wirft sich ziemlich stark, schwindet mäßig, und ist von geringerer Dauer und Brennkraft. Es hält Nägel gut, läßt sich leicht bearbeiten und zurichten. Zuweilen treten Bäume mit zäher Faser auf, die beim Sägen und Hobeln aufreißt und eine wollige oder haarige Oberfläche gibt.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,389. Der Aschengehalt beträgt 0,96% des Holztrockengewichtes (nach Sargent). Bruchmodulus: 84%. Elastizitätsmodulus: 67%. Stammgrüngewicht: 388 kg je 1 cbm. Bruchkoeffizient der Transversalfestigkeit: 770 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Dielungen, Tischplatten, als Blindholz für Möbel, Schnitz-

holz, gutes Kistenholz, besonders geeignetes Papierholz.

Bemerkung: 1. Das »Cotton wood« wird in den Vereinigten Staaten häufig als Ersatz wertvollerer Hölzer wie »White pine« und »Poplar« verwandt; auf dem Markte wurde es als »Sap poplar« gehandelt.

2. »Cotton wood« wird vielfach zur Herstellung von Papiermasse benutzt sowohl nach dem Soda-, wie dem Sulfitverfahren. Nach Versuchen der Forest Service U. S. A. ist die Papiermasse im Charakter identisch mit der des »Aspenholzes«.

d) *Populus grandidentata* Michx.

Nomenklatur: »Großzähnige Pappel«, »Aspe«, »Poplar«, »White poplar».

Heimat: Mittelhoher Baum in Nordamerika (Kanada, Neu-Schottland, Neu-Braunschweig, Pennsylvanien, Missouri, Nebraska, Neu-Mexiko, Arizona, Mittelkalifornien, Niederkalifornien), Mexiko.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw. Splintholz rahmfarben, breit, Kernholz hellbraun. Beim grünen und frisch getrockneten Holz ist der Unterschied zwischen Splint und Kern verschwindend.

Beschaffenheit: Leicht, weich, schwach, dicht- aber kurzfaserig, Faserverlauf oft stark gedreht, im Boden wenig dauerhaft, leicht zu bearbeiten und zu trocknen, neigt zum Werfen, ist zäh, gut tragfähig, schiefert nicht stark.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,350. Grüngewicht: 687,544 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,400. Lufttrockengewicht: 431,713 je 1 cbm.

Verwendung: Gemischt mit langfaseriger Holzmasse wertvolles Papierholz, besonders für Bücher und Zeitschriften. (Das fertige Papier ist zäh, weiß, leicht, billig, aber minderwertig im Vergleich zu Lumpenpapier.) Gutes Brennholz (erzeugt heißes Feuer). Ausgezeichnetes Material für Tonnen, Ställe, Scheunen, Kistenbretter, Furniere.

Bemerkung: 1. Als »Quaking aspen«, »White popple« und »Largetooth aspen«, »Yellow popple« werden Varietäten des Aspenholzes gehandelt. Die Unterscheidung dieser bezieht sich hauptsächlich auf die Farbe der Rinde des jungen Holzes.

2. In manchen Gegenden hat der Stamm kurz nach dem Entfernen der Rinde im Frühjahr ein hellkarminrotes Aussehen.

3. Aspenholz trocknet rascher als Birkenholz und dient als Birkenholzersatz in der Spulenmanufaktur.

4. Nähere Angaben über Wuchsverhältnisse und Eigenschaften usw. der amerikanischen Aspe siehe (86).

e) *Populus nigra* Lin.

Nomenklatur: »Schwarzpappel«, »Common black poplar«, »Water poplar«.

Heimat: Raschwüchsiger, bis 30 m hoch werdender Baum Europas. Nördliche Grenze 61°.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw. Splintholz weiß bis gelblichweiß, Kernholz hellbraun bis hellgrünlich braun, in der Nähe des Markes häufig schwach rötlich.

Beschaffenheit: Ziemlich grobfaserig, schwach glänzend, sehr leicht, sehr weich, leicht spaltbar, wenig biegsam, schwach elastisch, schwindet wenig, von geringer Dauer und Brennkraft.

Prüfung: Mittleres spez. Lufttrockengewicht: 0,45. Mittleres Grüngewicht: 900 kg je 1 cbm. Mittleres Lufttrockengewicht: 450 kg je 1 cbm.

Verwendung: Geschätztes Blindholz, für Innenausstattungen von Eisenbahnwaggons, zu Pechfässern und Kisten, für Holzschnitzerei, Faschinenwellen, Zigarrenkisten, Holzschleiferei und Zellulosefabrikation.

f) *Populus pyramidalis* Roz. (eine Varietät von *Pop. nigra* L.).

Botanisches Synonym: *P. italica* Ludw., *P. pyramidalis* Spach., *P. flexilis* Roz., *P. dilatata* Ait., *P. pyramidata* Moench., *P. fastigiata* Desf., *P. viridis* Lindl., *P. nigra italica* du Roi.

Nomenklatur: »Pyramidenpappel«, »Spitzpappel«, »Italienische Pappel«.

Heimat: Raschwüchsiger, stets linksgedrehter Baum Persiens. Von dort über Italien nach Deutschland eingeführt. Im Nordwesthimalaja und den angrenzenden

Ländern angepflanzt. Im nördlichen Pandschab angeblich wild wachsend (87, 88).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw. Splint gelblichweiß, Kern hellbräunlich bis braun. In frischem Zustande nach gegerbtem Leder riechend.

Beschaffenheit: Ziemlich grob und langfaserig, ziemlich glänzend, sehr leicht, sehr weich, leichtspaltig, wenig biegsam, schwach elastisch, schwindet nur gering, nicht besonders tragkräftig, von geringer Dauer und sehr geringer Brennkraft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,41. Lufttrockengewicht im Mittel: 420 kg je 1 cbm. Grüngewicht im Mittel: 775 kg je 1 cbm.

Verwendung: Entsprechend dem Holze der Schwarzpappel. Vom Tischler wegen seiner Langfaserigkeit und Rauhheit wenig geschätzt, da der Hobel die Fasern lang und tief einreißt.

g) *Populus tremula* Lin.

Botanisches Synonym: *P. australis* Tenore, *P. cilicica* Kotzky.

Nomenklatur: »Zitterpappel«, »Aspe«, »Espe«, »quaking aspen«.

Heimat: 21—25 m hoher Baum fast ganz Europas, mit Ausnahme des äußersten Süden und Nordens (bis 71 °). Nordafrika, Sibirien, Kaukasusländer, Japan. In reinen und gemischten Beständen in Galizien, Posen, Ostseeländern, Rußland.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw. Holz weiß bis gelblichweiß, im Splint und Kern nicht unterschieden. Das Holz gehört, wie das aller Pappelhölzer zu den zerstreutporigen Weichhölzern, deren Gefäße sehr zahlreich und ziemlich gleich groß sind. Die Markstrahlen sind mit bloßem Auge so gut wie unkenntlich, die Jahresringe jedoch deutlich erkennbar.

Beschaffenheit: Ziemlich grob und langfaserig, glänzend, leicht, sehr weich, leicht und schön spaltbar, ziemlich biegsam, elastisch und fest, reißt und wirft sich wenig, von geringer Tragkraft, im Trockenen ziemlich dauerhaft, im Freien von geringer Dauer. Geringe Brennkraft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,51 (also schwerer als die andern Pappelhölzer). Lufttrockengewicht im Mittel: 510 kg je 1 cbm. Mittleres Grüngewicht: 810 kg je 1 cbm. Biegungsfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung durchschnittlich 863 kg (Grenzwert 866 kg). Zugfestigkeit in Faserrichtung im Mittel: 581 kg auf 1 cbm Querschnittsstab., quer zur Faserrichtung im Mittel: 29 kg. Schwindmaß in Richtung der Fasern 0,06%, in Richtung des Spiegels 3,97%, in Richtung der Jahresringe 3,33%.

Verwendung: Zu Sparren, Riegelholz, zu Packfässern, groben Schnitzarbeiten, Zündhölzern, Schachtelspänen, Zigarrenkistchen, Furnieren, Auskleidungen von Eisenbahnwaggons, Bremsklötzen, Holzrollen, Pfropfen, Holzstiften und zur Papiermasse. Die Holzkohle dient der Pulverfabrikation.

Bemerkung: In Skandinavien sind die Bestände des Zitterpappelholzes durch die stark entwickelte Zündholzindustrie und Holzschleifereien stark gelichtet. Schweden allein bezieht jährlich tausende von Kubikmetern Aspenholz aus Rußland und Finnland.

h) *Populus tremuloides* Michx.

Botanisches Synonym: *P. atheniensis* Ludw., *P. graeca* Ait., *P. trepida* Muehlbg., *P. benzoifera* Tausch., *P. tremulaeformis* Emm.

Nomenklatur: »Amerikanische Zitterpappel«, »Amerikanische Aspe«, »White poplar«, »Popple«.

Heimat: Kleinerer Baum Nordamerikas (südliches Labrador bis zur Hudsonbai, Alaska, Pennsylvanien, Missouri, Nebraska, Neu-Mexiko, Mittelkalifornien, Niederkalifornien, Mexiko, Kanada — hier bis 12 m hoch werdend — und über große Flächen verbreitet).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw.

Beschaffenheit: Wie Pappelhölzer im allgemeinen. Das Holz läßt sich schwer trocknen und ist sehr wenig dauerhaft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,360. Grüngewicht: 751,5 kg je 1 cbm. Spez.

Lufttrockengewicht: 0,420 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 447,7 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie das sonstige Pappelholz, im allgemeinen aber weniger wertvoll als Nutzholz. Zu Zaunpfosten, Kisten, Trockenfässern vielfach gebraucht. Bei genügend großen Beständen auch zur Herstellung von Papierstoff. Brennholz.

i) *Populus trichocarpa* Torrey et Gray.

Botanisches Synonym: *P. balsamifera* var. *p.* Hooker., *P. balsamifera* var. *californica* Wats.

Nomenklatur: »Haarfrüchtige Pappel«, »Black cotton wood«, »Balm cotton wood«.

Heimat: Ein nicht selten bis 38 m hoch werdender Baum Nordamerikas (Alaska, Britisch-Kolumbien — hier die größte und wirtschaftlich wichtigste Laubholzart — Washington, Oregon, Kalifornien und Inseln).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik« usw. Holz hellbraun.

Beschaffenheit: Weich, geradfaserig, sehr fest, zäh, geruchlos, leicht zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,320. Grüngewicht: 735,5 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,360. Lufttrockengewicht: 383,75 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wegen seiner Geruchlosigkeit besonders zu Kisten von Nahrungsmitteln geschätzt, ferner für Wagen-, Automobilböden und Möbel. Wertvolles Sperrholz. In Britisch-Kolumbien im Großen zur Herstellung von Papiermasse verwendet. (Die Faser ist ziemlich lang, fest und weiß.)

Bemerkungen: 1. Das Pappelholz ist leicht zu bearbeiten; der Hobel erzielt aber keine wirklich glatte Fläche. Die Pappelhölzer stehen sehr gut und sind deshalb ausgezeichnet zu Blindholz geeignet. Sie verdrängen immer mehr das Kiefernholz bei Herstellung »unabgesperrter« Möbel.

2. Die aus Nordamerika in Europa eingeführten Pappelholzarten gehen unter dem Handelsnamen: »White wood«, »Yellow poplar« und »Cotton wood«. Letztere Sorte stammt von *Pop. monilifera* Ait. = *Pop. deltoides* Marsh. (siehe *Pop. canadensis* Moench.). Unter dem Namen »Cotton wood« und »Poplar« werden schlechtweg alle Pappelhölzer gehandelt. »Narrow leaf cotton wood« stammt von *Pop. angustifolia* Ja., »Palm of Gilead« von *Pop. balsamifera* Lin., »Fremont Cotton wood« von *Pop. trichocarpa* Torr. et Gr. Als »White wood« und »Yellow poplar« gelangt auch das Holz von *Liriodendron tulipifera* (Tulpenbaum, siehe diesen) nach Europa. Es ist falsch das amerikanische Pappelholz mit »White wood«, eine Bezeichnung, die sich nur auf *Liriodendron* bezieht, zu identifizieren.

3. Als Ersatzhölzer für Pappelholz dienen in neuerer Zeit »Okumé« und »Afrikanisches Pappel- und Baumwollholz«.

4. Als »Tuliptree« (Indien) und »Poplar« bzw. »Popp tree« (Barbados) kommt das Holz von *Thespesia populnea* Loir. in den Handel. Sein Kernholz ist tief schokoladebraun und riecht beim Reiben schwach nach Rosen.

33. Walnußbaumhölzer.

Alle Walnußarten (Familie: Juglandaceae) liefern wertvolles Holz, dessen Kernfarben je nach den einzelnen Arten wechseln. Abnorme Holz- oder Farbenmaser verleiht dem Holz besonderen Wert. Die anatomische Holzcharakteristik ist bei den Walnußhölzern ziemlich gleich. Trotzdem sind die einzelnen Gattungen innerhalb der Familie gut gekennzeichnet. Die Markstrahlen sind schmal, 1—4 Zellagen breit, die Gefäßgliedenden einfach durchbrochen, das Holzparenchym reich entwickelt. Das Mark ist bei *Juglans* und *Pterocarya* deutlich gefärbt, bei den anderen Gattungen nicht unterbrochen.

Die wichtigsten Walnußholzbäume sind:

Juglans regia L. — »Europäisches Nußbaumholz«.

Juglans cinerea L. — »Amerikanisches Butternut«.

Juglans nigra L. — »Amerikanisches Blackwalnut«.

Juglans mandschurica Maxim. — »Sibirisches Walnußholz«.

I. Allgemeine Holzcharakteristik für *J. regia*, *J. cinerea*, *J. nigra* und *J. mandschurica*.

Holz hellgrau oder rötlichgrau bis dunkelbraun, mitunter »gewässert« oder dunkel geädert. Hirnflächenschnitt: Jahresringe wenig auffällig; Gefäße ziemlich gleichmäßig verteilt, als offene Poren zu erkennen. Diese, sowie die Markstrahlen bei Betrachtung mit der Lupe mit sehr feinen, hellen Querlinien versehen, namentlich im äußeren Teil der Jahresringe. Holzlängsschnitt: Die Gefäße bilden sehr auffallende, unter der Lupe glänzende Längsfurchen. Auf der Tangentialfläche treten die Markstrahlen unter der Lupe scharf als dunkle, nicht in Querreihen geordnete Strichelchen auf.

Im Einzelnen unterscheiden sich die genannten Arten folgendermaßen:

Juglans regia L.: Holz bräunlich grau bis reinbraun, häufig gewässert, oft sehr schöne Maserung.

Juglans nigra L.: Holz gleichmäßig braun, mit rötlichem oder violettem Ton. Gefäße durchschnittlich weiterlumig. Im Holzparenchym Kalziumoxalatkristalle.

Juglans cinerea L.: Holz heller gefärbt als das von *Jugl. nigra* L., mehr graubraun, auch leichter und weicher. Es dunkelt bei der Bearbeitung nach.

Juglans mandschurica Maxim.: Holz hellrötlich grau, mit deutlichen Jahresringen

Weniger wichtigere Walnußholzbäume sind:

Juglans australis Griseb. — »Nogel«, »Cimarrón«. Das geradfaserige Holz ähnelt dem von *Jugl. regia* L.

Juglans Sieboldiana Maxim. »Onigurumi« (Japan).

II. Ersatzwalnußhölzer.

a) *Engelhardtia spicata* Blume. »Soewaliholz.« Subhimalayisches Gebiet, China. Holz blaßrötlich, hart, schwer.

b) *Trichilia spez.* »Afrikanischer Nußbaum.« Nigerien, Französisch- und Spanisch-Kongo.

c) *Albizzia lebbek.* »Ostindisches Walnuß«, »East Indian walnut«, »Koko«. Andamanen-Inseln.

d) *Albizzia spec.* »Owowe.«

e) *Boswellia Kleinei.* »Afrikanischer Nußbaum«, »Odonomokyguku«. Holz minderwertig, von leichtem Gewicht und grobfaserig.

f) *Liquidambar styraciflua* L. »Satin Walnut« (siehe dieses), »Tassel wood«, »Red gum« (Vereinigte Staaten).

g) *Nyssa aquatica* L. »Cotton Gum.« Das Holz hat dem echten Walnuß ähnliche Textur, ist aber von nicht so ausgeprägter Zeichnung.

h) *Pterocarya caucasica* C. A. Meyer, *P. fraxinifolia* Spach. »Caucasien walnut.« (Das Holz dieses Baumes wird häufiger mit dem der Cirkassischen Walnuß verwechselt, trotzdem ersteres der Zeichnung entbehrt, härter, dichter und minderwertig ist.)

i) *Pterocarya rhoifolia* Sib. et Zucc. »Japanese Pterocarya«, »Sawagurumi«. Das Holz ähnelt im anatomischen Charakter etwas der Cirkassischen Walnuß, ist jedoch weiß, weich, sehr leicht und geradfaserig, mit Reihen offener Poren, die die Jahresringe kennzeichnen. Auf den ersten Blick wird das Holz häufig mit »White pine« verwechselt.

k) *Juglans insularis* Griseb. »Jamaican Walnut«, »Westindian walnut«. Ein ausgezeichnetes Holz, welches aber hauptsächlich von einheimischen Märkten verbraucht wird. Es ist gröberfasrig und ähnelt in gut zugerichtetem Zustand dem »Black walnut«.

l) *Lovoa Klaineana* Thomps. »African walnut« (Meliaceae).

III. Die echten Walnußhölzer.

a) *Juglans regia* Lin.

Nomenklatur: »Gemeine Walnuß«, »Walnut«, »Noyer commun«, »Circassian walnut«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum, vom Südosten Europas durch Mittelasien bis nach Japan verbreitet. In Südeuropa und milderen Gegenden, auch in Mexiko, Kalifornien und Florida angebaut. Auf dem nordöstlichen Balkan verwildert und bestandbildend.

Holzcharakteristik (5,5; 539): Holz zerstreutporig, mit breitem grauweißem Splint und mattbraunem bis schwarzbraunem, meist dunkler gestreiftem (»gewässertem«) Kern. Gefäße mit freiem Auge als deutliche Poren sichtbar, im Jahresring ziemlich gleichmäßig verteilt, aber nicht sehr zahlreich. Bei schmalen Jahresringen ungefähr gleichgroß, bei sehr breiten Jahresringen nach außen hin

kleiner werdend. Mitunter erschienen die Poren etwas radial angeordnet. Im Längsschnitt bilden die Gefäße auffällige Längsfurchen. Markstrahlen kaum kenntlich. Im äußeren Teile der Jahresringe unter der Lupe zahlreiche feine Querlinien (vgl. Abb. 67).

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße im Querschnitt gleichförmig verteilt, im Frühholz der Jahresringe gewöhnlich oval mit durchschnittlich 0,16 mm (bis 0,24 mm) tangentialem Durchmesser, im Spätholz rund, 0,12 mm diam. Die Gefäßgröße nimmt gegen das

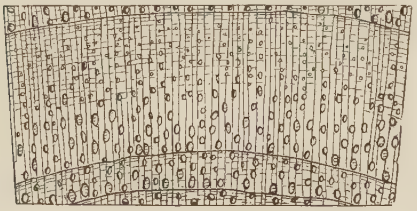


Abb. 67.
Querschnittsansicht des Nußbaumholzes.
Vergr 3/1. (Nach R. Hartig.)

Spätholz zu ab, so daß ihr Durchmesser hier nur 0,06 mm und auch weniger beträgt. Gefäße meist einzeln oder zu wenigen, meist radial nebeneinander gereiht (nur bei sehr engen Jahresringen). Gefäßwände dünner als die der umgebenden Holzfasern, glattwandig, mit bis 11 mm breiten und hohen, von quergestellten Spalten oft in ihrer ganzen Breite durchzogenen Hoftüpfeln besetzt. Gefäßsegmente einfach durchbrochen, im Längsschnitt 1—3mal so lang wie breit. An den Gliedenden sind die End- und Teilungswände, die stets den Markstrahlen gegenüber stehen, schräg angelegt und gewöhnlich gänzlich absorbiert, hie und da ist ein Teil der nicht absorbierten Querwand noch sichtbar. Holzfasern bilden die Grundmasse, mehr oder weniger unregelmäßig angeordnet, derbwandig mit verhältnismäßig großem Zellumen, im Umriß gewöhnlich rund, mit Ausnahme der Fasern, die den Gefäßen anliegen oder in den letzten wenigen Reihen im Spätholz auftreten. Hier sind sie stets radial oder tangential abgeflacht. Auch in Berührung mit Markstrahlen sind die Holzfasern häufig tangential zusammengedrückt. Die Enden der Holzfasern sind lang zugespitzt, gelegentlich bei gedrehtwüchsigem oder langsam wachsendem Holz an beiden Enden gegabelt oder gekerbt. Die Länge der Fasern beträgt 1,0—1,8 mm, ihr Durchmesser 1,02 mm. Besonders die radialen Faserwände sind durch wenig zahlreiche, kleine, einfache Tüpfel durchbrochen. Das Holzparenchym bildet schmale tangentiale, leicht gefärbte Linien, die häufig, besonders in der Nähe des Frühholzes, etwas wellig sind. Es ist selten mehr als eine Zellreihe breit und besteht aus 5—10 länglichen Zellen (faserartig), welche in senkrechten Reihen angeordnet sind und zwischen den Holzfasern liegen. Diese Holzparenchymgruppen, nach oben und unten zu zur Spitze verjüngt, sind meist ein Drittel kürzer, als die durchschnittlichen Holzfasern. Markstrahlen einschichtig und mehrschichtig, meist mehrschichtig, bis vier Zellen breit und bis 40 Zellen (gegen 0,60 mm) hoch. Sie verlaufen gewöhnlich gerade, gelegentlich biegen sie sich um die großen Gefäße im Frühholze breiter Jahresringe herum. Auf tangentialen Längsschnitten erscheinen die Markstrahlen teils spindelförmig, aus zahlreichen unregelmäßigen Zellen zusammengesetzt, teils einreihig, nur eine Zelle breit und 1—10 Zellen hoch. Markstrahlendzellen derbwandig, 10—20 μ hoch, bis 11 μ breit und sehr deutlich getüpfelt. Sie unterscheiden sich in ihrer Form nur wenig von den Zellen des Holzparenchyms.

Beschaffenheit: Mittelhart, schwer, ziemlich feinfaserig, etwas glänzend, leichtspaltig, wenig elastisch, ziemlich biegsam, dauerhaft, schwindet sehr stark.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,650—0,710. Schwindmaß: für Langholz: 0,223 %, für Querholz in Richtung der Spiegel: 2,6—8,2%, in Richtung der Jahresringe 4,0—17,6% im Mittel, für Querholz: 8,10%.

Inhaltsstoffe: Brauner Inhalt in den Holzparenchymzellen.

Verwendung: Eins der wichtigsten Hölzer für Möbel und Innenausstattungen. Besonders für Luxusmöbel und feinstes Zimmerhandwerk ist das Holz wegen seiner in gemaserten Stücken besonders schönen Stuktur, ferner wegen der angenehmen Färbung und hohen Politurfähigkeit sehr geschätzt. In früheren Zeiten wurden Walnußhölzer auch zum Wagenbau, in der Drechslerei, Holzschnitzerei

usw. verwandt. In den Kriegsjahren lieferte es Gewehrkolben und -Schäfte.

Bemerkung: Die Hauptmenge der in den verschiedenen Ländern zur Verarbeitung gelangenden Walnußhölzer kommt von den Küsten des Schwarzen Meeres und andern Gegenden bis Persien. Große Verschiffungen erfolgen von Indien nach England und den Vereinigten Staaten. Das in England gewachsene Walnußbaumholz steht in Qualität dem des Kaukasus nach. Große Pflanzungen in Deutschland, England, Frankreich sollen den Nußbaumholzbedarf befriedigen. Die höchsten Preise erzielen gekrümmte und unregelmäßig gewachsene Stämme mit stark gemaserter Zeichnung.

An Nußbaumholz wurden im Jahre 1925 insgesamt nach Deutschland eingeführt: 69 627 dz, davon kamen aus den Vereinigten Staaten von Amerika 52 197 dz, im Jahre 1926: 39 144 dz im Werte von 958 000 GM., davon aus den Vereinigten Staaten: 26 956 dz.

Ausgeführt wurden aus Deutschland im Jahre 1925: 2555 dz, im Jahre 1926: 1778 dz im Werte von 19 000 GM.

b) *Juglans cinerea* L.

Botanische Synonyme: *J. oblonga* Mill., *J. alba oblonga* Marsh., *J. cathartica* Michx., *Wallia cinerea* Alef.

Nomenklatur: »Graue Walnuß«, »Butternußbaum«, »Butternut«, »Oil nut«

Heimat: In der Jugend raschwüchsiger, 15—30 m hoher Baum Nordamerikas (Sdl. Neu-Braunschweig bis Delaware, Appalachisches Gebirge bis Georgia und Albana, Ontario bis Dakota, Nebraska, Missouri, Arkansas).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik für *Juglans regia* usw.« Kernholz kastanienbraun, auch leichter und weicher als das der anderen Walnußhölzer.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,410.

Verwendung: Wie Nußbaumhölzer im allgemeinen. Das Holz gilt namentlich wegen seiner Färbung für weniger wertvoll.

c) *Juglans nigra* L.

Nomenklatur: »Schwarznuß«, »Black walnut«.

Heimat: Hoher Baum (bis 40 m hoch) des östlichen Nordamerikas (Ontario bis Florida, Albana, Mississippi, Michigan, Minnesota bis Nebraska, Kansas, Texas). In Europa kultiviert.

Holzcharakteristik: Splintholz ziemlich schmal, fast weiß. Kernholz hellbraun bis tief dunkelbraun, an der Luft nachdunkelnd. Bei im Walde gewachsenen Bäumen ist das Kernholz im allgemeinen tief schokoladenbraun, das Splintholz schmal; bei solchen des Freilandes der Kern heller, der Splint bis etwa 8 cm breit, weiß oder schwach gelblich oder mit rötlichbraunem Einschlag. Gefäße als deutliche, große, gleichmäßig zerstreute Poren sichtbar. Die großen Frühholzgefäße geben dem Holze das Aussehen einer ringporigen Anordnung. Markstrahlen erst im Lupenbilde in großer Zahl zu erkennen.

Anatomische Holzcharakteristik (2, 13; 5, 6): Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik von *Juglans regia* usw.« Das Holz entspricht im allgemeinen dem von *Juglans regia* L. (siehe a), doch sind die Gefäße oft über 0,30 mm weit, die Fasern oft weiterlumig, bis 19 μ diam. und dünnerwandig, die ansehnlichsten der mehrschichtigen Markstrahlen meist nicht oder nur wenig über 0,40 mm hoch. Im Holzparenchym nicht selten Kristalle von Kalziumoxalat.

Beschaffenheit: Hart, fest, schwer, dauerhaft, grob- aber geradfaserig, leichtspaltig, leicht und gut zu bearbeiten, gut politurfähig, ziemlich biegsam und elastisch, schwindet mäßig, reißt leicht. Das Kernholz ist im Boden sehr dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,570. Lufttrockengewicht: 591,6 kg je 1 cbm. Spez. Grüngewicht: 0,51. Grüngewicht: 927,3 kg je 1 cbm.

Verwendung: Das wertvollste dieses Nußbaumholzes kommt in ungefähr prismatisch behauenen Blöcken oder als Bohlen, Dielen und Bretter nach Deutschland, wo es vornehmlich zu Furnieren, Schnitzmöbeln, Klavierkästen, Vertäfelungen, Nähmaschinen, Rahmen, Dreherwaren und Gewehrschäften verarbeitet wird. Beliebt ist auch das Holz der Gabeläste und Wurzeln wegen seiner hübschen Wellung und Maserung. In Amerika besonders wegen seiner Dauer zu Schwellen, und, nicht imprägniert, zu Eisenbahn-

schwellen benutzt. In neuester Zeit besonders zu Flugzeugpropellern verarbeitet da das Holz sich ausgezeichnet trocknen und bearbeiten läßt, sowie genügende Festigkeit bei nicht besonders hohem Gewicht besitzt. Verwendbar für diesen Zweck ist nur erste fehlerfreie Qualität und breitringiges, geradfaseriges Holz.

Statistik (89): Deutschland war in Friedenszeiten der größte Abnehmer für amerikanisches Walnußholz. Von dem im Jahre 1912 aus Amerika exportiertem Holz entfielen auf Deutschland allein 50%. Hamburg ist der bedeutendste Markt Europas für amerikanisches Walnußholz, sein Import betrug 1911 etwa 7500 cbm für besonders klassifizierte Blockware und 12 250 cbm für weniger klassifizierte.

d) *Juglans mandschurica* Maxim.

Botanisches Synonym: *Juglans regia ocogona* Carr.

Nomenklatur: »Mandschurische Walnuß«.

Heimat: Mandschurei, Amur- und Ussurigebiet.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Wie Walnußhölzer im allgemeinen. Das Kernholz ist rötlichgrau.

IV. Allgemeine Bemerkungen:

1. Entsprechend den verschiedenen Verkaufsländern unterscheidet man bei den ausgeführten Nußbaumhölzern: »amerikanisches«, »türkisches«, »kaukasisches« oder »afrikanisches« Nußbaumholz.

2. Der in Deutschland einheimische Nußbaum (*Juglans regia* Lin.) kommt wegen seiner geringen Bestände für Industriezwecke kaum in Frage. Sein Holz liefern hauptsächlich Italien, Bulgarien, Türkei und die Kaukasusländer. Aus Amerika werden bedeutende Mengen Walnußholz, von *Jugl. regia* L. und *Jugl. nigra* L. stammend, für die Möbel- und Waggonbauindustrie in Deutschland eingeführt. Die Einfuhr amerikanischen Nußbaumholzes in Deutschland betrug an unbearbeitetem, längs beschlagenem und längs gesägtem Holz im Jahre 1908: 198 049 dz im Wert von 9 438 000 Mark.

3. Die mexikanischen Bestände von Walnußbäumen sind nicht so groß, wie vielfach mitgeteilt wird. Sie setzen sich zusammen aus:

a) dort kultivierter *Jugl. regia* L., welche in Mexiko »English Walnut« genannt wird.

b) »Nogel«, einem Strauch, der wegen seiner Kleinheit für den Handel unbedeutend ist und in Coahuila und Chihuahua wächst.

c) »Nogel silvestre« von Chihuahua und Durango. Der Stamm dieses 15 m hoch werdenden Baumes bleibt gewöhnlich so kurz, daß auch dieser keinen besonderen Handelswert besitzt. Sein Holz ist ziemlich grobfaserig und schwach.

d) Einem Walnußbaume aus Vera Cruz, der wohl mit dem folgenden identisch ist.

e) »Nogal«, »Nuez«, »Mecca«, der in Nuevo Leon und San Luis Potosi zu finden ist. Von diesem bis 18 m hohen Baume stammt das »Mexikanische Walnuß«. Das Holz nähert sich dem der »Black Walnut« an Qualität und wird zu Kugeln, Fässern usw. verwandt.

Für den Handel kommen die mexikanischen Walnußbäume kaum in Frage, da sie mehr im Innern des Landes wachsen und der Transport zur Küste zu teuer ist.

34. Holz der kaukasischen Flügelnuß.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarya fraxinifolia* Spach. — Juglandaceae.

Heimat: »Flügelnußbaum Transkaukasiens«. Der Baum wird von Mayr (2, 25) zum Anbau im europäischen Castanetum und wärmeren Fagetum empfohlen.

Holzcharakteristik (2, 25; 5, 176): Holz sehr hellfarbig, mit breitem Splint und lichtbraunem Kern, im Querschnitt mit deutlichen Jahresringen, doch unkenntlichen Gefäßen und Markstrahlen. Die Lupe zeigt diese schmäler als die weiteren der ziemlich spärlichen Gefäße und durch den ganzen Jahresring verteilte, äußerst feine wellige Querlinien. Im Längsschnitt spärlich nadelrissig, durch die Markstrahlen auf der Radialfläche fein querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe dicht gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 176): Gefäße dünnwandig, 0,035—0,14 mm weit, teils einzeln, teils zu zwei bis mehreren radial gereiht oder in Gruppen; beide Arten mit Neigung

zur Anordnung in radiale oder schräge Streifen und zu 6—7 auf den qmm. Gefäßtüpfel rund bis elliptisch, gedrängt stehend, doch einander nicht abflachend, bis 0,008 mm breit, mit querem Porenspalt, gegen Markstrahl- und Parenchymzellen oft mandelförmig und in den gemeinsamen Wandflächen ein zierliches Netzwerk aussparend. Die Grundmasse bilden derbwandige Fasern, radial gereiht oder regellos gelagert, im Querschnitt des Holzes von sehr ungleicher Größe und Form, mit rundem bis eckigem Lichtraum, dessen Weite die Dicke der gemeinsamen Scheidewände meist mehrmals übertrifft; nur die Zellen des äußeren Spätholzes (in zwei bis fünf Querreihen) stark abgeplattet und englichtig. In manchen Jahresringen zeigen die Faserwände Gallertschichten (s. Abb. 18). Die Fasermasse ist durchzogen von zahlreichen einschichtigen Querzonen dünnwandigen Holzparenchyms (etwa 26 auf 2 mm radialer Querschnittsbreite); solches auch an den Gefäßen, meist vier- bis achtzellig, ziemlich dünnwandig, auf den Radialwänden seiner Zellen reichlich getüpfelt. Diese Wände im Tangentialschnitt oft perlschnurähnlich. Breite der Zellen im Radialschnitt meist geringer als die der hier nicht spärlich, doch sehr klein und schiefspaltenförmig getüpfelten Fasern. Markstrahlen 18—26 auf 2 mm Querschnittsbreite, meist 0,07—0,52 mm hoch, im Tangentialschnitt ein- bis zweischichtig, manche teilweise beides, einschichtige mitunter nur eine Zelle hoch (»einstöckig«). Markstrahlzellen im Tangentialschnitte meist schmalelliptisch und im Lichten 0,008—0,016 mm hoch, in den einschichtigen Markstrahlen und den einschichtigen Anteilen mehrschichtiger auch, wie die Endzellen bis 0.024 mm hoch. Alle etwas derbwandig, im Radialschnitt liegend, nur stellenweise (im Spätholz) stark verkürzt bis quadratisch, ringsum klein doch reichlich getüpfelt, gegen Gefäße der Tüpfelung dieser angepaßt.

Beschaffenheit: Weich, leicht, doch etwas schwerspaltig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,58 nach (Mayr).

Inhaltsstoffe: Markstrahlen- und Holzparenchymzellen werden schon im Splintholz durch Eisenchlorid im Innern geschwärzt.

Verwendung (2, 25): Vortreffliches Holz zur Anfertigung von Zündhölzern, Holzschuhen und dergleichen.

35. Hickoryholz.

Das Hickoryholz stammt von etwa 15 Arten der Gattung *Carya* Nutt. (*Hicoria* Raf.) Fam. Juglandaceae. Diese ist auf Nordamerika beschränkt, besonders den östlichen Teil der Vereinigten Staaten. Wenige Arten wachsen in Kanada und Mexiko.

Man gliedert in morphologischer Hinsicht die Hickoryarten in die Gruppen:

A. Die »Pekan hickories« von geringerer Qualität, mit den wichtigsten Arten:

a) *Carya olivaeformis* Nutt. = *Hicoria pecan* (Marsh.) Britton. »Pecan hickory.«
b) *Carya aquatica* Nutt. = *Hic. aquatica* (Michx. f.) Britton. »Water hickory.«
c) *Carya myristicaeformis* Nutt. = *Hic. myristicaeformis* (Michx. f.) Britton. »Nutmeg hickory.«
d) *Carya amara* Nutt. = *Hic. minima* (Marsh.) Britton. »Bitter nuts.«

B. Die »Echten Hickories« mit den wichtigsten Arten:

a) *Carya alba* Nutt. = *Hic. ovata* (Mill.) Britton. »Weiße Hickory.«
b) *Carya sulcata Nutt.* *Hic. laciniosa* (Michx. f.) Sarg. »Großfrüchtige Hickory.«
c) *Carya tomentosa* Nutt. = *Hic. alba* (Lin.) Britton. »Filzige Hickory«, »Spottnuß«.
d) *Carya porcina* Nutt. = *Hic. glabra* (Mill.) Britton. »Glattblätterige Hickory«, »Schweinshickory«.
e) *Carya microcarpa* Nutt. = *Hic. odorata* (Marsh.) Sarg. »Kleinfrüchtige Hickory.«

Über die technischen und physikalischen Eigenschaften dieser Hickoryhölzer (5, 53; 83).

Als Ersatzhölzer für Hickory gelten:

a) »Hard maple« (*Acer saccharum* Marsh.). Dieses Holz besitzt ungefähr

die gleiche Festigkeit wie Hickory, ist aber weniger zäh.

b) »White oak« (Weißeiche). Weniger fest und zäh.

c) »Red oak« (Roteiche). Sorgfältig ausgewählte Stücke können als Ersatz geringerer Hickorysorten gelten.

d) »Eschenholz« } weniger fest und zäh.
e) »Akazienholz« }

f) »Catalpa-Holz.« Dieses wird Hickory schwer ersetzen können, da es nur halb so fest ist.

Allgemeine Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung der Hickoryhölzer:

1. Holzcharakteristik (5, 7; 11): Holz ringporig mit breitem bis 50 Jahresringe umfassendem Splint, in welchem die Frühholzzonen sich als helle Binden von dem übrigen, mehr rötlichen Teil der wellenförmigen Jahresringe abheben. Ringporen deutlich, in einfacher, ziemlich lockerer Reihe, denen im Längsschnitt gröbere, oft aussetzende Längsfurchen entsprechen; die übrigen Gefäße in hellen Pünktchen. Markstrahlen erst im Lupenbilde deutlich, das gleiche gilt für die zahlreichen, feinen, welligen Querlinien.

2. Anatomische Holzcharakteristik (5, 7): Gefäße glattwandig, mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Frühholzgefäße 0,18—0,30 mm weit, ziemlich spärlich, meist einzeln, oft um ihre mehrfache Weite in tangentialer Richtung voneinander entfernt. Gefäße des mittleren und äußeren Jahresringes viel enger, sehr dickwandig, oft zu 2—3 in Radialreihen. Holzfasern bilden die Grundmasse des Holzes, sie sind derb- bis dickwandig, mit sehr kleinen Wandtüpfeln spärlich besetzt. Holzparenchym reichlich, in ein- bis zweifachen Querreihen, häufig mit braunem Inhalte. Markstrahlen einschichtig, im mittleren Teile auch mehrschichtig, die letzteren 2—5 Zellen (0,03—0,08 mm) breit, meist 0,30—1,00 mm hoch; die einschichtigen oft niedriger, meist 0,012—0,020 mm weit.

Von dieser Beschaffenheit weichen die verschiedenen Hickoryarten nur unwesentlich ab. Nur bei *Carya tomentosa* Nutt. (*Hic. alba*) und *Carya porcina* Nutt. (*Hic. glabra*) scheinen die Frühholzgefäße mit einer Weite von 0,19—0,24 mm durchschnittlich enger zu bleiben. Auch in den Querbändern des Holzparenchyms tritt häufiger Mehrschichtigkeit auf.

3. Beschaffenheit: Hart, fest, steif, sehr schwer, schwerspaltig, sehr zäh und elastisch, stark schwindend, im Boden nicht sehr dauerhaft, von Insekten angegriffen. Das Holz neigt zum Werfen und Reißen, wenn es nicht sofort bearbeitet wird. Hickory ist wohl das schwerste Holz der winterkahlen Bäume der nördlichen Erdhälfte (2, 12).

4. Verwendung: Eins der vortrefflichsten Werkhölzer. In der Wagnerei hauptsächlich zu Radspeichen, Wagenbäumen, Federhölzern, Achsenkappen, Hackenjochen, Querriegeln usw., dann zur Herstellung von Gerätestielen, Kammrädern, Faßreifen usw. benutzt. Das beste amerikanische Brennholz (25% teurer als jedes andere Brennholz).

A. Die »Pekan Hickories«.

a) *Carya olivaeformis* Nutt. *Hicorian pecan* (Marsh.) Britton.

Botanische Synonyme: *Hicoria pecan* (Marsh.) Britt.; *Carya illinoensis* C. Koch.; *Juglans pecan* Marsh.

Nomenklatur: »Olivenförmiger Hickory«, »Pecan hickory«, »Pecan nutt«.

Heimat: Die größte Hickoryart, ein bis 51 m hoher Baum der Vereinigten Staaten Nordamerikas (Jowa, Illinois, Indiana, westliches Kentucky, Tennessee, Alabama, Mississippi, Missouri, Arkansas, Indianer-Territorium, Louisiana, Texas), Mexiko.

In ausgedehnter Masse besonders in den Golfstaaten kultiviert.

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw. der Hickoryhölzer«.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,600. Grüngewicht: 975,353 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,700. Lufttrockengewicht: 735,512 kg je 1 cbm.

b) *Carya aquatica* Nutt., *Hicoria aquatica* (Michx.) Britton.

Botanische Synonyme: *Hicoria aquatica* (Michx.) Britton, *Juglans aquatica* Michx.

Nomenklatur: »Wasserhickory«, »Water hickory«, »Swamp hickory«, »Bitter pecan«, »Pater bitter nut«.

Heimat: Kleiner Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Küstengebiet von Virginien bis Florida, in der Golfregion bis Texas, westliches Louisiana, Arkansas, Mississippi, Illinois.

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw. der Hickoryhölzer«.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,610. Grüngewicht: 1103,268 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,620. Lufttrockengewicht: 671,554 kg je 1 cbm.

c) *Carya myristicaeformis* Nutt.

Botanisches Synonym: *Hicoria myristicaeformis* (Michx. f.) Britton.

Nomenklatur: »Nutmeg hickory«, »Bitter waternut«.

Heimat: Kleiner Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Küstengegend Südkarolinas, Alabama, Mississippi, Arkansas. In den mittleren atlantischen Regionen oft kultiviert).

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw. der Hickoryhölzer«.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,560. Grüngewicht: 975,353 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,620. Lufttrockengewicht: 671,554 kg je 1 cbm.

d) *Carya amara* Nutt.

Botanische Synonyme: *Hicoria minima* (Marsh.) Britton; *Juglans alba minima* Marsh.; *Juglans cordiformis* Wangenh.; *Juglans amara* Michx.

Nomenklatur: »Bitternuß«, »Bitternut«, »Swamp Hickory«, »Pig Hickory«, »Bitter Walnut«.

Heimat: Ein der »Pecan« und »Water-Hickory» sehr ähnlicher, bis 18 m hohe Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika. (Maine, Ontario, Florida, Michigan, Minnesota, Nebraska, Kansas, Indianer-Territorium, Texas.)

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw. der Hickory-Hölzer«.

Besonders zu bemerken wäre außerdem, daß das ziemlich feine, wenig glänzende Holz eine gelblichweiße, nach Innen zu dunklere Färbung hat. Ferner ist das Holz sehr biegsam, aber sehr wenig elastisch; es gilt im allgemeinen als minderwertig.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,600. Grüngewicht: 1007,332 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,680. Lufttrockengewicht: 735,5 kg je 1 cbm.

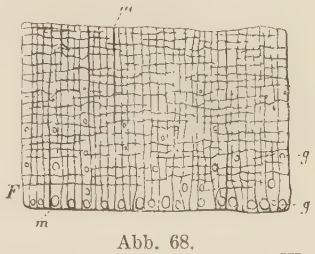


Abb. 68.
Querschnittsansicht des Holzes der Weißen Hickorynuß. Lupenbild.
(Nach Wiesner.)

B. Die »Echten Hickories«.

a) *Carya alba* Nutt.

Botanische Synonyme: *Hicoria ovata* (Mill.) Britton; *Juglans ovalis* Wangenh.; *Juglans ovata* Mill.; *Juglans alba ovata* Marsh.; *Juglans alba* Michx.

Nomenklatur: »Weiße Hickory«, »Shag-bark hickory«, »Upland hickory«.

Heimat: Bis 42 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika. (Maine, Quebeck, Delaware, Florida, Alabama, Mississippi, Michigan, Minnesota, Nebraska, Kansas, Indianer-Territorium, Texas.)

Holzcharakteristik: Splintholz sehr breit, bis 50 Jahresringe enthaltend, meist hellfarbig, mit rötlichem oder bräunlichem Ton. Ringporig. Gefäße meist einreihig, zwischen den Gefäßzonen helle Pünktchen und zahlreiche, sehr feine, gleich den Markstrahlen erst mit der Lupe erkennbare, wellige Querlinien, welche durch einfache Reihen von Holzparenchym her-

vorgerufen werden. Im Längsschnitt entsprechen den Poren gröbere, oft aussetzende Längsfurchen. (Abb. 68). Im übrigen siehe: »Allgemeine Holzcharakteristik der Hickoryhölzer«.

Beschaffenheit: Das ziemlich feine, dichte, gradfasrige, wenig glänzende Holz ist hart, ziemlich biegsam, elastisch, sehr fest und läßt sich gut spalten. Es schwindet stark, ist wenig dauerhaft im Freien und besitzt hohe Brennkraft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,640. Grüngewicht: 1023,321 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,740—0,990. Lufttrockengewicht: 799,470 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie Hickoryhölzer im allgemeinen.

b) *Carya sulcata* Nutt.

Botanische Synonyme: *Hicoria laciniosa* (Michx. f.) Sarg.; *Carya cordiformis* C. Koch; *Hicoria sulcata* Britt.; *Hicoria acuminata* Dippe; *Juglans alba acuminata* Marsh.; *Juglans mucronata* Michx.

Nomenklatur: »Großfrüchtige — Spitzfrüchtige Hickory«, »Big shellbark«, »Western shellbark«, »King nut«.

Heimat: Bis 39 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Iowa, Missouri, Arkansas, Kansas, Indianer-Territorium, Illinois, Indiana, Tennessee, Neuyork, Pennsylvanien).

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der Hickoryhölzer«. Hervorzuheben ist, daß das Kernholz weit dunkler ist, als das »Shag-Bark«. Der Splint ist aber schmal und fast weiß.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,620. Grüngewicht: 1007,332 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,710. Lufttrockengewicht: 767.491 kg je 1 cbm.

c) *Carya tomentosa* Nutt.

Botanische Synonyme: *Hicoria alba* (Lin.) Britton; *Carya alba* C. Koch; *Juglans alba* Lin. und Mill.; *Juglans tomentosa* Lam.

Nomenklatur: »Spottnuß«, »Filzige Hickory«, »Mocker nut«, »Black hickory«, »Hog nut«.

Heimat: Ein 30 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika. (Ontario bis Florida, Missouri, Kansas, Indianer-Territorium, Texas.)

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der Hickoryhölzer«. Splintholz etwa 8 cm breit, weiß, Kernholz dunkelbraun. Das hohe Prozentverhältnis an Splint hat die Verbraucher veranlaßt, diese Art zu bevorzugen.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,640. Grüngewicht: 1023,321 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,750. Lufttrockengewicht: 799,470 kg je 1 cbm.

d) *Carya porcina* Nutt.

Botanische Synonyme: *Hicoria glabra* (Mill.) Britton; *Carya glabra* C. Koch; *Juglans glabra* Mill.; *Juglans porcina* Michx.; *Juglans obcordata* Mühlenb.

Nomenklatur: »Schweinshickory«, »Glattblätterige Ferkelnußhickory«, »Big nut«, »Broom hickory«.

Heimat: 27 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Maine, Ontario bis Florida, Michigan bis Nebraska, Kansas, Indianer-Territorium, Texas).

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Beschaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der Hickoryhölzer«. Splint dick und fast weiß, Kernholz hellbraun.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,660. Grüngewicht: 1023,321 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,780. Lufttrockengewicht: 847,438 kg je 1 cbm.

e) *Carya microcarpa* Nutt.

Botanisches Synonym: *Hicoria odorata* (Marsh.) Sarg.

Nomenklatur: »Kleinfrüchtige Hikkory«, »Small bignut«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika (Massachusetts, Connecticut, New York, Pennsylvanien, Delaware, Kolumbia, Maryland, Michigan, Illinois, Indiana, Missouri).

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik, Be-

schaffenheit und Verwendung: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der Hickoryhölzer«.

Bemerkungen:

1. Kein amerikanisches Hartholz ist schwieriger zu ersetzen, als »Hickory« wegen seiner alleinigen Brauchbarkeit für besondere Zwecke. Obwohl es nicht besonders schön ist, auch stark schwindet, im Boden nicht besonders dauerhaft und den Angriffen von Insekten sehr ausgesetzt ist, wird es dennoch wegen seiner Schwere, Härte, Festigkeit, Steifheit und vor allem seiner Zähigkeit von keinem andern Holz übertroffen. Nur einige Eukalyptushölzer besitzen ungefähr die Eigenschaften des guten Hickoryholzes. Hickoryspeichen und -radfelgen, auch Hickoryhandstiele haben dieses Holz weltberühmt gemacht.

2. Die Hickorybestände Nordamerikas gehen wegen der starken Nutzung ihrer Erschöpfung entgegen. Gegenwärtig befindet sich der Hauptvorrat im Südosten des Ohioflusses, wo der Konkurrenzkampf der Holzbetriebe äußerst scharf ist.

3. Hickorystarkholz ist kaum noch erhältlich. Für Lieferungen kommt hauptsächlich »second growth« in Betracht.

4. Auf dem deutschen Markte besitzen besondere Bedeutung das Holz von

a) *Carya alba:* »Shellbark Hickory«,
b) *Carya tomentosa:* »Mocker nut«,
} Weißes Hickory.
c) *Carya myristicaeformis:* »Nutmeg hickory«, »Muskatnuß-Hickory«.

Auf den Markt gelangen fast ausschließlich runde, unbearbeitete, berindete Stämme von 3—6 m Länge und 25—60 cm Durchmesser. 2″ und 3″ dicke Schnittware ist sehr selten. Am begehrtesten ist frisches Holz von weißer Farbe, da es zäh und sehr leicht verarbeitbar ist. Älteres, verlegenes Holz ist von dunklerer Farbe und stark rissig. Die Einfuhr des Rohholzes in den Vorkriegsjahren nach Deutschland betrug ungefähr 6000 bis 8000 cbm, die von Fertigfabrikaten war ebenfalls sehr beträchtlich.

36. Schwarzerlenholz.

Stammpflanze und Familie: *Alnus glutinosa* Gaertn. »Betulaceae«.

Botanische Synonyme: *Alnus rotundifolia* Miller.; *Alnus nigra* Gilibert.; *Betula alnus glutinosa* L.

Nomenklatur: »Ellernholz«, »Aune commun«, »Common alder«, »Black alder«, »Ontano«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum, der sich über ganz Europa bis $62^1/_2{}^0$ nördlich verbreitet. Sibirien, Nordwestafrika.

Holzcharakteristik (5, 8): Holz zerstreutporig, rötlichweiß bis gelbrot, in gesundem Zustand ohne gefärbten Kern. Längsschnitt meist deutlich nadelrissig. Im Querschnitt Gefäße unkenntlich. Mark-

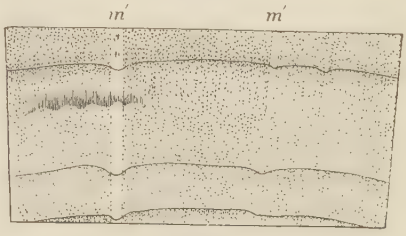


Abb. 69.
Querschnittsansicht des Holzes der Schwarzerle. Bei *m′* Scheinstrahlen, deren einer durch einen Markfleck zieht. 3/1. (Nach R. Hartig.)

strahlen ebenfalls unkenntlich. Letztere treten stellenweise zu mehreren dicht zusammen und bilden so für das freie Auge sichtbar einzelne »unechte« breite Markstrahlen (Scheinstrahlen). (Abb. 69 u. 70.) Die Scheinstrahlen erscheinen im Tangentialschnitt als dunklere, bis handlange Längsstreifen, im Radialschnitt als mehr oder minder auffällige Spiegel. (Abb. 69.) Markfleckchen ungleich, häufig, zuweilen auch fehlend.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 8): Gefäße teils einzeln, teils zu mehreren (2—6) in Radialreihen, 0,02 bis 0,09 mm weit. Gefäßgliedenden leiterförmig durchbrochen, 12—25 Sprossen, diese ungefähr 1 μ dick, meist 4 μ voneinander entfernt. Gefäßwände zu den benachbarten Gefäßen und Markstrahlen hin mit kleinen bis 0,006 mm breiten und 0,004 mm hohen Hoftüpfeln dicht bedeckt. Markstrahlen entweder einschichtig, bis über 30 Zellen (0,45 mm hoch), oder nur in den »Scheinstrahlen« mehrschichtig und bei diesen nicht selten miteinander verschmelzend. Markstrahlzellen 0,008 bis 0,01 mm hoch. Holzfasern derbwandig, mit kleinen spärlichen Tüpfeln besetzt. (Bei Untersuchung von Zellulose

aus dem Holz der »Nordamerikanischen Rot-« oder »Oregonerle« — *Alnus rubra* Bang. fand T. F. Hanausek auch spärliche Fasertracheiden (43, 4). Holzparenchym häufig.

Beschaffenheit: Weich, ziemlich leicht, sehr leichtspaltig, wenig elastisch und tragfähig, nur unter Wasser dauerhaft.

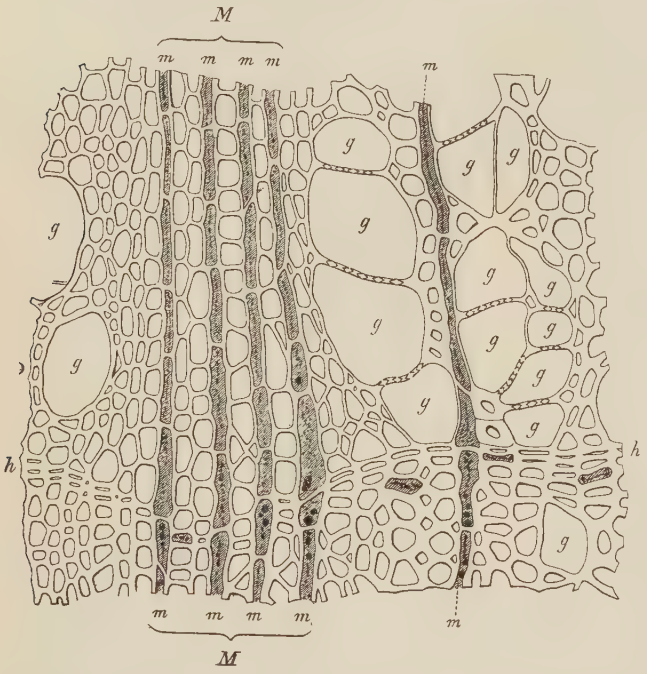


Abb. 70.
Querschnittsansicht des Holzes der Weißerle. *Alnus incana* Willd., 250/1. Bei *h* Grenze eines Jahresringes, *m m* Markstrahlen, bei *M* zu vieren, zur Bildung eines »unechten« breiten Markstrahles zusammentretend und in diesem durch schmale gefäßlose Holzstränge getrennt. *g* Gefäße. (Nach Wilhelm.)

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,49—0.53.

Inhaltsstoffe: Gelbroter Inhalt in vielen Markstrahlen und in den Zellen der Markfleckchen. Über die Rötung des frischen Erlenholzes, sowie über die chemische Zusammensetzung des Holzes siehe (442 u. 459).

Verwendung: Beim Wasserbau, zur Herstellung grober Schnitzwaren, Zigarrenkastenholz (Erlenholz eignet sich hierzu am besten von allen einheimischen Hölzern), auch zur Herstellung von Holzpantoffeln verarbeitet.

37. Grau- oder Weißerlenholz.

Stammpflanze und Familie. *Alnus incana* Willd. Betulaceae.

Botanische Synonyme: *Alnus lanuginosa* Gilibert; *Alnus pubescens* Sart.; *Alnus incana* D. C.; *Betula alnus incana* L.

Nomenklatur: »American alder«, »Hoary alder«.

Heimat: Baumstrauch oder kleiner Baum des mittleren und nördlichen Europa bis $70^1/_2{}^0$ nördl. Breite. Nordamerika und Kanada, mittleres und nördliches Asien bis Kamtschatka.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Wie bei *Alnus glutinosa* (siehe 36).

Beschaffenheit: Ziemlich grobfaserig, etwas glänzend, leicht, weich, leichtspaltig, ziemlich biegsam und elastisch, sehr wenig fest und etwas stärker schwindend (Schwarzerlenholz ist fester und schwindet weniger).

Prüfung: Spez. Gewicht des grünen Holzes (etwa 45 % Wasser) im Mittel: 0,690 (nach Nördlinger, König und Monke); spez. Lufttrockengewicht (etwa 10—15% Wasser) im Mittel: 0,530. Zugfestigkeit in der Faserrichtung im Mittel: 378 kg auf 1 qcm Querschnitt; senkrecht zur Faserrichtung im Mittel: 25 kg (nach Karmarsch, Nördlinger u. a.). Die Dauerhaftigkeit des Holzes beträgt im Freien geschützt: 25 bis 38 Jahre, im Freien ungeschützt: 20—40 Jahre, unter Wasser: 100 Jahre (nach Nördlinger, Pfeil u. a.); immer naß: 800 Jahre, naß und trocken abwechselnd an der Luft: 5 Jahre, abgeschlossen von Luft: 2 Jahre, immer trocken: 400 Jahre (nach Mothes Baulexikon), die Schwindgröße für Langholz: 0,30—1,4%, für Querholz in der Richtung der Spiegel: 2,9—6,5%, in Richtung der Jahresringe: 4,1—9,8%, für Querholz im Mittel: 5,84%. Die angeführten Maße passen im großen ganzen auch für das Schwarzerlenholz.)

Inhaltsstoffe: Wie Schwarzerlenholz. Relativ gerbstoffreich.

Verwendung: Ähnlich dem der Schwarzerle, besonders für Bergbau, Erdbau, Wasserbau, als Blindholz, wertvolles Möbelholz (es gilt bei entsprechender Behandlung als Mahagoni-, Palisander- und Ebenholz-Imitation), in neuerer Zeit als Absperrholz. Russisches und polnisches Material, insbesondere »Wassererle«, d. h. geflößtes Holz, ist in der Möbelindustrie sehr gesucht. Das geflößte Holz wirft sich weniger und läßt sich besser bearbeiten, auch wird es nicht so leicht vom Wurm angegriffen wie die Landerle. Infolge seiner hochgradigen Formbeständigkeit in der Leistenfabrikation gesucht.

Bemerkungen: Die Markflecke oder Zellgänge werden nach Kienitz und Tubeuf durch eine Fliegenlarve hervorgerufen, deren Fraßgänge nachträglich von Wundparenchym ausgefüllt werden. Auch Birken, Weiden, Äpfel, Birnen, Hasel, Feldahorn, einzelne Pappeln und Prunusarten haben Markflecke. Die Fliegenlarven sollen sich in den jüngsten, in der Heranbildung aus dem Cambium begriffenen Holzteilen aufhalten und diese der Länge nach in gerader oder schräger Richtung durchwandern. Die Markflecke finden sich in der Regel in den unteren und bei älteren Bäumen in den inneren Stammteilen, mitunter bis zu 10 m Höhe.

38. Birkenholz.

Stammpflanze und Familie: 1. *Betula pubescens* Ehrh. 2. *B. verrucosa* Ehrh. Betulaceae.

Botanische Synonyme: 1. Für *Betula pubescens: B. odorata* Bechstein, *B. glutinosa* Wallroth, *B. turfacea* Custor et Schleicher, *B. pumila* Brockenbergensis Du Bois, *B. pontica* Lodd., *B. glauca* Wenderoth.

2. für *B. verrucosa: B. pendula* Roth., *B. alba* L., *B. aetnensis* Pressel, *B. alba* var., *B. pendula* Willd., *B. odorata* Reichenb., *B. gummifera* Bert.

Nomenklatur: Für *B. pubescens:* »Haarbirke«, »Ruchbirke«, »Bruchbirke«, »Nordische Weißbirke«. Für *B. verrucosa:* »Gemeine Birke«, »Weißbirke«, »Rauhbirke«, »Harzbirke«.

Heimat: Für *B. pubescens:* Ganz Mittel- und Nordeuropa bis zum Nordkap, nördliches Asien, im nördlichen Osten bestandbildend, in Deutschland nur noch in Ostpreußen, weiter westwärts und südlich vereinzelt.

Für *B. verrucosa:* Europa vom nördlichen Spanien, dem Rhodopegebirge und von Sizilien bis zu 65° in Schweden. In den Ostseeprovinzen und im mittleren Rußland reine oder gemischte Bestände. Ferner in den Kaukasusländern und im mittleren und nördlichen Asien.

Holzcharakteristik der *B. pubescens* und *B. verrucosa* (5, 9): Holz ohne besonderen Kern von gelblicher oder rötlichweißer Farbe, zerstreutporig, im Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig und glänzend, häufig mit Markfleckchen Abb. 71) Markstrahlen und einzelne Ge-

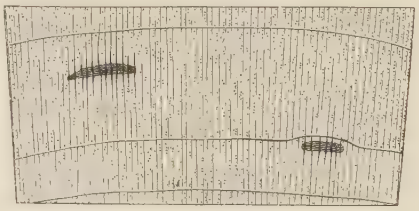


Abb. 71.
Querschnittsansicht des Birkenholzes mit zwei Markfleckchen. Vergr. 3/1.
(Nach R. Hartig.)
(Vgl. die Bemerkung am Schluß von Nr. 37.)

fäße nicht erkennbar, letztere infolge der Verteilung auf dem Querschnitt für das freie Auge als feine, wie mit Mehl bestaubte Tüpfelung sichtbar. Die Markstrahlen erscheinen unter der Lupe meist um mehrere Gefäßweiten voneinander entfernt, so daß zwischen zwei benachbarten Markstrahlen mehrere Gefäße nebeneinander Platz finden. Jahresringe meist deutlich. Auf dem Tangentialschnitt zeigt die Lupe die Markstrahlen als scharfe, meist nur 0,3 mm lange Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 9): Gefäße teils einzeln, teils zu 2 oder 3 in Radialreihen, seltener zu 4—7 in Gruppen, 0,03—0,13 mm weit. Gefäßgliedenden leiterförmig durchbrochen, an ihren Enden mit je 10—20 Sprossen, diese nahezu 0,003 mm dick, meist 0,005 bis 0,009 mm voneinander entfernt. Die Gefäße sind an ihrer Tangentialseite und an der Radialseite dort, wo sie an Markstrahlen grenzen, mit winzigen, etwa 0,0029 mm breiten Hoftüpfeln dicht bedeckt, deren Porenspalten bei benach-

barten Gefäßen sich kreuzen (hier erscheinen sie in der Struktur einer Feile oder eines Reibeisens). Markstrahlen 1—4-schichtig, meist schlank spindelförmig bis gegen 0,40 mm hoch, Markstrahlzellen dickwandig, 6—14 μ hoch und oft nur 2,8 μ breit, äußere Wände oft gelblich. Holzfasern derb bis dickwandig mit kleinen spärlichen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym ziemlich spärlich. In dem amerikanischen Weißbirkenholz (*B. populifolia* Marsh.) finden sich auch Fasertracheiden (43,5, s. a. 476 und 451).

Beschaffenheit: Beide Birkenhölzer haben ziemlich feines, langfasriges, weiches Holz von mittlerer Schwere; es ist sehr schwerspaltig, sehr fest und elastisch, doch von geringerer Dauer. Das Holz von *B. pubescens* übertrifft an Schwerspaltigkeit und Zähigkeit das von *B. verrucosa*.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Durchschnitt: 0,65, spez. Gewicht vom grünen Holz (etwa 45% Wasser) im Mittel: 0,940 (nach Karmarsch), vom gedarrten Holz (110°) im Mittel: 0,610 (nach Wernecke, Monke, Pfeil). Zugfestigkeit in der Faserrichtung auf 1 qcm Querschnitt bezogen im Mittel: 481 kg, quer zur Faserrichtung im Mittel: 84 kg (nach Kramarsch). Die Biegungsfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung im Durchschnitt: 876 kg (nach Nördlinger, Morin, Lange), die Dauerhaftigkeit beträgt im Freien geschützt: 20—38 Jahre, im Freien ungeschützt: 15—40 Jahre, unter Wasser unhaltbar (nach Nördlinger u. a.), immer naß: 10 Jahre, naß und trocken abwechselnd an der Luft: 5 Jahre. abgeschlossen von der Luft: 3 Jahre. immer trocken: 500 Jahre (nach Mothes Baulexikon). Die Schwindgröße beträgt für Langholz 0,065—0,900%, für Querholz in der Richtung der Spiegel: 1,7—7.19%, in Richtung der Jahresringe: 3,19—9,3%, für Querholz im Mittel: 5,34 %.

Inhaltsstoffe: Das Holz der Birke gilt als ziemlich gerbstoffreich.

Verwendung (443): Sehr geschätztes Holz bei der Schreinerei, Wagnerei, Dreherei, Holzschnitzerei. Es wird in der Möbelfabrikation, in der Waggonbauindustrie verwandt, desgleichen für Holznägel, Schneeschuhe, Leiterbäume, Deichseln, Holzschuhe, verschiedene Gegenstände des Hausbedarfs, z. B. Löffel, Tröge, Quirle usw., Gewehrschäfte und Papiermasse. Maserige Stücke sind besonders vom Holzschnitzer und Tischler gesucht, diese finden in dunkelgefleckten und gestreiften Stücken als sog. »Schwedische Birke« selbst bei feineren Arbeiten Verwendung. Gemasertes Birkenholz wird auch als »Japanisches Muskatholz« gehandelt (69, 1).

Bemerkung: Als »Kanadische Birke« geht im Holzhandel ein schönes, hellrötlichbraunes, im Längsschnitt oft seiden- oder atlasähnliches, gemustertes und glänzendes Holz, das sich mikroskopisch von dem der europäischen Birke nicht unterscheidet und von *Betula lenta* L., der »Ostamerikanischen Hainbirke« abzuleiten sein dürfte. Das Holz dieser Art ist im Kern tief braunrötlich und findet in seiner Heimat Verwendung zu Furnieren und beim Bootsbau (122, 4). Mayr (2) nennt das Holz der die genannte Art mit anderen umfassenden Gruppe der Gelbbirken bräunlich und zur Herstellung von Möbeln geeignet.

39. Das Holz der gemeinen Hasel.

Stammpflanze und Familie: *Corylus avellana* L.

Nomenklatur: »Waldhasel«, »Coudrier«, »Noisetier«, »Common hazelnut«.

Heimat: Ganz Europa mit Ausnahme des äußersten Westens und des hohen Nordens, außerdem Kleinasien und Algerien.

Holzcharakteristik (5, 10): Holz rötlichweiß ohne dunkleren Kern mit wenig auffälligen »Scheinstrahlen«, die namentlich in den äußeren Jahresringen ausgebildet sind. Zwischen diesen sind die sonst gleichmäßig gerundeten, scharf begrenzten Jahresringe zuweilen etwas vorgewölbt. Gefäße und einzelne Markstrahlen unkenntlich: hie und da Markfleckchen. Auf dem Tangentiallängsschnitt erscheinen die »Scheinstrahlen« als lange, meist wenig deutliche Streifen, im Radiallängsschnitt als matte Spiegel.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 10): Gefäße zerstreut, meist zu zwei bis mehreren Radialreihen, auch in Gruppen, 0,016—0,048 mm weit. Gefäßenden leiterförmig durchbrochen, jede Durchbrechung meist mit 5, bei engeren Gliedern bis zu 10, fast 2,9 μ dicken, 6 bis 20 μ voneinander entfernten Sprossen. Die Gefäßwände mit meist 6—8 μ breiten Hof-

tüpfeln besetzt, diese durch Sporenspalt ganz quer durchzogen; die Radialgefäßwände hie und da mit zarten Schraubenleistchen. Markstrahlen ein- bis zweischichtig, in den »Scheinstrahlen« auch mehrschichtig, 0,24—0,32 mm hoch. Markstrahlzellen 6—23 μ, am häufigsten etwa 11 μ hoch, die Kantenzellen meist mit auffälliger Tüpfelung zu den Gefäßen hin, Holzfasern derb- bis dickwandig mit kleinen Tüpfeln, Holzparenchym reichlich.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, gut spaltbar, von geringerer Dauer, mittelschwer, ziemlich biegsam.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht 0,63.

Verwendung: Besonders zu Faßreifen, Bandstöcken, Faschinen, Klärspänen, zur Bier- und Essigfabrikation, zu Siebböden, Spazierstöcken, Zahnstochern, in der Flugzeugindustrie u. dgl.; ferner in der Holzschnitzerei, Drechslerei und Kerbschnitzerei. Die Kohle ist als Pulver und als Zeichenkohle gesucht.

40. Das Holz der Baumhasel.

Stammpflanze und Familie: *Corylus colurna* L. — Betulaceae.

Botanische Synonyme: *Corylus arborescens* Münchh., *C. lacera* Wall., *C. Jacquemontii* Decne.

Nomenklatur: »Türkischer Hasel«, »Thangi«, »Shurli«.

Heimat: Vom südöstlichen Europa durch Kleinasien bis zum Himalaja und in Südwestchina. In Unterösterreich und im Banat Bestände bildend, hier bis 12 m hoch werdend.

Holzcharakteristik (5, 11): Holz zerstreutporig, Kern schön hellrot, Splint rötlich mit bis über 40 Jahresringen. Die äußeren Jahresringe meist grobwellig. Sonst wie das Holz der »Gemeinen Hasel«, besonders auch in Beziehung auf Scheinstrahlen und Markfleckchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 11): Gefäße teils einzeln, teils zu zwei oder mehreren in Radialreihen, hie und da auch nebeneinander in Gruppen, 0,016—0,080 mm weit. Gefäßgliedenden leiterförmig durchbrochen, an den Durchbrechungen meist nur je 3 bis 4, 1,5—3 μ dicke, 23—34 μ voneinander entfernte Sprossen. Längswände der Gefäße entweder getüpfelt, oder, wo sie nicht getüpfelt sind, mit sehr deutlichen schraubig verlaufenden Verdickungsleistchen. Markstrahlen teils einschichtig, teils im mittleren Teile zweischichtig, bis 0,48 mm, selten auch mehr Millimeter hoch. Markstrahlstellen dickwandig, meist 8—12 μ hoch, die randständigen gegen benachbarte Gefäße oft auffällig getüpfelt. Holzfasern derb- bis dickwandig, mit kleinen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym ziemlich häufig.

Beschaffenheit: Das Holz der Baumhasel ist dichter, härter und schwerer als Erlenholz, läßt sich aber gut spalten. Im übrigen stimmt es mit dem der »gemeinen Hasel« überein.

Verwendung: Das Holz eignet sich besonders in den Maserstücken zur Herstellung feiner Möbel und für Füllungen. Schnitzholz, Flugzeugindustrie.

41. Das Holz der Weißbuche.

Stammpflanze und Familie: *Carpinus betulus* — Betulaceae.

Nomenklatur: »Hainbuche«, »Hagebuche«, »Hornbaum«, »Charme commun«, »Common hornbeam«.

Heimat: 20 m hoher Baum vom südwestlichen Frankreich bis Persien verbreitet. Nördlich bis zum südlichen England, Südschweden, in Südwestrußland bis zur Krim, in ganz Italien und in Griechenland.

Holzcharakteristik (15, 12): Das grauweiße oder gelblichweiße zerstreutporige Holz zeigt zwischen den breiten Markstrahlen ausgebauchte, undeutliche Jahresringgrenzen (2, 8). Die Jahresringe treten vielfach wenig hervor und sind grobwellig. Im äußeren Teil der Jahresringe liegende feine Querstreifchen sind wie die Gefäße und die Markstrahlen im Hirnflächenschnitt nur mit der Lupe wahrnehmbar. Zahlreiche, meist sehr deutliche bis 0,5 mm breite »Scheinstrahlen« (Abb. 72). Diesen entsprechen im Radiallängsschnitt lange, wenig auffällige Streifen, im Tangentialschnitt etwas lebhaftere Spiegel in gleichmäßiger, fast glanzloser Grundmasse.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 12): Gefäße teils einzeln, teils zu zwei oder mehreren in Radialreihen, 0,016—0,080 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Die engeren Gefäße haben an den Radialwänden zarte

Schraubenleistchen. Markstrahlen ein- bis zweischichtig, in den Scheinstrahlen auch drei- bis vierschichtig, bis 0,80 mm hoch. Viele der mehrschichtigen Markstrahlen sind nur in ihrem mittleren Teil oder in ihrer oberen oder unteren Hälfte mehrschichtig, seltener liegt der einschichtige Teil in der Mitte. Markstrahlzellen 6—17 μ hoch, dickwandig. Holzparenchym in einschichtigen Querzonen.

Beschaffenheit: Hart, schwer,

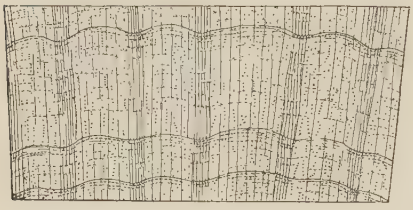


Abb. 72.
Querschnittsansicht des Weißbuchenholzes. Vergr. 3/1. (Nach R. Hartig.)

sehr schwerspaltig, fest, zäh, doch wenig dauerhaft.

Prüfung: Mittleres spezifisches Lufttrockengewicht 0,740. Frischgewicht 1100 kg je 1 cbm.

Verwendung: Vortreffliches Werkholz, das besonders bei der Wagnerei, beim Mühlenbau, als Maschinen-, Dreher- und Geräteholz geschätzt ist.

42. Das Holz der Hopfenbuche.

Stammpflanze und Familie: *Ostrya carpinifolia* Scopoli. — Betulaceae.

Botanische Synonyme: *Ostrya vulgaris* Willd., *Carpinus ostrya* L., *Ostrya italica* Spach.

Nomenklatur: »Schwarzbuche«, »Südeuropäische Hopfenbuche«, »Ostrya à feuilles«, »O. de charme«, »O. d'Italie«, »Hopbeam«, »Hornbeam«.

Heimat: Von den Pyrenäen bis Kleinasien, durch ganz Südeuropa, nordwärts bis zur südlichen Schweiz, in Mitteldeutschland als kleiner Zierbaum.

Holzcharakteristik (5,13): Holz gelblichrötlich ohne dunkleren Kern, zerstreutporig. Die einzelnen Gefäße unkenntlich, ihre Radialanordnung aber schon für das freie Auge eine zarte »geflammte« Struktur der Querschnittsfläche hervorrufend. Markstrahlen besonders im äußeren Teil der Jahresringe als feine Querstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,13): Gefäße meist zu 2—5 oder auch zu mehreren in Radialreihen, 0,016—0,096 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Die Gefäßwände entweder getüpfelt oder mit deutlichen Schraubenleistchen. Markstrahlen ein- bis dreischichtig, bis 0,80 mm hoch, Markstrahlzellen 8,5—20 μ hoch, dickwandig, nach Gefäßen hin zum Teil auffällig getüpfelt, Holzfasern dickwandig mit kleinen Tüpfeln, Holzparenchym reichlich, in meist einschichtigen Querzonen.

Beschaffenheit: Dicht, hart, schwer, sehr zäh, fast glanzlos.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht bis 0,910 (55, 2).

Verwendung: In seinen technischen Eigenschaften dem Holz der Weißfichte ähnlich und gleich dieser verwandt (s. Nr. 11).

43. Das Holz der Edelkastanie.

Stammpflanze und Familie: *Castanea vesca* Gaertn. — Fagaceae.

Botanische Synonyme: *C. vulgaris* Lam., C. *sativa* Mill., *Fagus castanea* L.

Nomenklatur: »Châtaignier«, »Chestnut«.

Heimat: Bis 25 m hoher Baum Südeuropas (von Portugal bis Griechenland, Mittelmeerinseln, Kanaren und Madeira; Nordgrenze: Schweiz, Südtirol, Steiermark, Ungarn, hier stark bestandsbildend, Mittel- und Oberrhein; in ganz Süddeutschland angebaut). In den Kaukasusländern und Nordafrika (Tunis, Algier, Marokko), Orient, China.

Holzcharakteristik (5,14): Das glänzende Holz ist ringporig (2,10) mit schmalem, nur 2—5 Jahresringe umfassendem schmutzig- bis gelblichweißem Splint und anfangs hellbraunem, später stark nachdunkelndem Kern. Das zarter als Eichenholz geflammte Holz zeigt auf dem Hirnflächenschnitt sehr deutlich zahlreiche Gefäße, die im Längsschnitt auffällige Rinnen bilden. Die übrigen, im einzelnen unkenntlichen Gefäße rufen in radial, häufig auch schräg verlaufenden, oft gabelig verzweigten hellen Streifchen eine geflammte Zeichnung auf dem Hirnflächenschnitt hervor (Abb. 73). Markstrahlen nicht breit, sehr fein, schwer er-

kenntlich, daher auch im Radialschnitt ohne breite Spiegel und im Tangentialschnitt für das freie Auge auch nicht längsstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 14; 43, 6): Gefäße im Frühholz meist 0,30—0,35, selten bis 0,5 mm weit, im Spätholz enger werdend, bis auf 0,016 mm herabsinkend, Gefäßgliedenden einfach durchbrochen, Gefäßwände glatt. Markstrahlen immer einschichtig, meist 5—20 Zellen (0,29 mm hoch), Markstrahlzellen 14—17 μ hoch, von mittlerer Wanddicke, gegen benachbarte Gefäße oft auffällig getüpfelt. Die Gefäße in Holzparenchym und Faser tracheiden eingebettet, beide Elemente sind ziemlich dünnwandig und bilden im Frühholz die Grundmasse des Jahresringes. Die andern Holzteile werden von derb- oder dickwandigen, sehr spärlich aber behöft getüpfelten Holzfasern mit eingestreutem Holzparenchym gebildet.

Beschaffenheit: Mittelschwer, mittelhart, ziemlich leichtspaltig, wenig biegsam, elastisch, äußerst dauerhaft, fein, langfaserig, mit glänzender Spaltfläche. Das Holz schwindet stark, ist im Trocknen und Nassen sehr dauerhaft, bei wechselnder Feuchtigkeit jedoch wenig dauerhaft, fast so brennkräftig wie Eichenholz.

Prüfung: Spez. Grüngewicht (etwa 45% Wasser) im Mittel 1,090 (nach Karmarsch). Spez. Lufttrockengewicht durchschnittlich 0,66.

Inhaltsstoffe: Die Holzelemente, besonders die parenchymatischen führen reichlich Gerbstoffe im Kernholz. Gerbstoffe sind auch in sämtlichen Zellwänden nachgewiesen.

Verwendung: Ein vortreffliches Bau- und Werkholz, als Faßholz geschätzt. Im jugendlichen Zustand liefert die Kastanie vorzügliche und dauerhafte Weinbergspfähle, wozu alles Holz von 3—4 cm Stärke verwendet wird. Ferner liefert die Edelkastanie dauerhafte Eisenbahnschwellen und dient vor allem zur Gewinnung von Gerbstoff. Das hierbei hinterbleibende ausgelaugte Material eignet sich zur Erzeugung von Zellulose (43, 6).

Bemerkung: 1. Die Edelkastanie wird weit über 1000 Jahre alt. 2. Die Verwendung zu Nutzholz wird beeinträchtigt durch die im höheren Alter auftretende Kernschäligkeit (Jahresringe). 3. Der Gerbstoffgehalt ist sehr hoch und beträgt im grünen Holz 4%, im trockenen Holz im Mittel 10%. 4. Über Rinde und Holz der Edelkastanie siehe Paessler (81). 5. Vor dem Krieg war von der Edelkastanie nur das Holz für die Erzeugung von Gerbstoffauszügen von Bedeutung (495). So wurden im Jahre 1913 im ganzen 300000 Doppelzentner Kastanienholzauszug in Deutschland eingeführt. Durch das Fehlen der Einfuhr während des

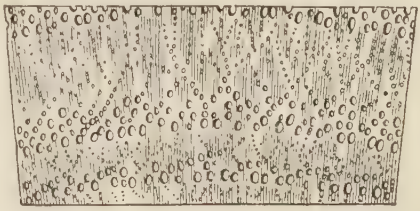


Abb. 73.
Querschnittsansicht des Holzes der Edelkastanie. Vergr. 3/1. (Nach R. Hartig.)

Krieges wurden das Kastanienholz und die Kastanienrinde stärker in der Lederindustrie benutzt. Die Frage der dauernden Ausnutzung des Gerbstoffs im heimischen Kastanienwald und die Umwandlung der Eichenschälwälder in Kastanienwälder steht zurzeit noch offen (s. Gerbstoffe).

44. Das Holz der Rotbuche.

Stammpflanze und Familie. *Fagus silvatica* L. — Fagaceae.

Botanische Synonyme: *Fagus silvestris* Gaertn., *Castanea fagus* Scopoli.

Nomenklatur: »Gemeine Buche«, »Hêtre«, »Fauce«, »Foyard«, »Rood benke«, »Common beech».

Heimat: Bis 40 m und auch höherer Baum fast ganz Europas, südlich bis Sizilien (fehlt im südlichen Griechenland und Spanien), nördlich bis nördliches Schottland, südlich in Skandinavien und Ostpreußen, östlich bis zur Krim, den Kaukasusländern und Nordpersien.

Holzcharakteristik (5, 15): Holz rötlichweiß, in gesundem Zustand ohne dunkle Kerne, zuweilen tritt ein »falscher« Kern von schwarzbrauner Farbe auf, welcher eine Krankheitserscheinung darstellt (70, 1). Gefäße unkenntlich. Markstrahlen teils unkenntlich, teils auffallend breit,

die breiten, sehr scharf begrenzten Markstrahlen nehmen $^1/_{10}$ der Querschnittsfläche ein, ungefähr bis 10 mm voneinander entfernt, bilden auf der Radialschnittfläche atlasglänzende Spiegel und auf dem Tangentialschnitt sehr charakteristische 2 mm hohe spindelförmige Streifchen. Zwischen den Streifen verlaufen zahlreiche, fast unkenntliche, feine Markstrahlen. Jahresringe sehr deutlich, im Spätholz erheblich dunkler (an Nadelholzjahresringe erinnernd), gleichmäßig gerun-

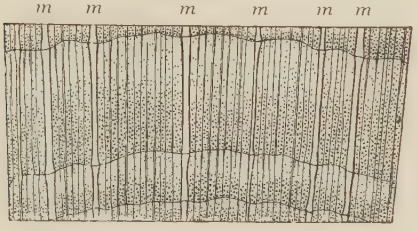


Abb. 74.
Querschnittsansicht des Rotbuchenholzes, *Fagus silvatica*, 3/1: *m* breite Markstrahlen. (Nach R. Hartig.)

det und zwischen den breiten Markstrahlen oft etwas vorgewölbt (Abb. 74).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 15; 70, 1): Gefäße zahlreich, teils einzeln, teils zu 2—3 aneinander grenzend, ziemlich gleichmäßig verteilt, 0,016 bis 0,080 mm weit; die weiteren einfach durchbrochen; die im Spätholz liegenden engeren, mit leiterförmig durchbrochenen Enden; letztere mit je 10—20 1,5—3 μ dicken, um 3—6 μ voneinander entfernten Sprossen. Die Gefäße sind nur zu anliegenden Gefäßen und Markstrahlen reichlicher, sonst spärlich getüpfelt. In den Gefäßen sehr häufig Thyllen mit gelblichbrauner Wand; die Hoftüpfel der engen Gefäße sind nicht selten quergestreift (Abb. 63). Markstrahlen einschichtig und mehrschichtig, letztere 2—10 und mehr Zellen (0,16 mm) breit und bis 2 mm hoch, die Zellwände dick und von spiraliger Wandstruktur (66, 2 u. 71, 1). Markstrahlzellen 3—14 μ, an den Kanten bis 28 μ hoch, bis 10 μ breit, im Radiallängsschnitt mit unregelmäßiger Begrenzung gegen den Zellraum; die an Gefäße grenzenden Zellen oft auffällig getüpfelt, in den großen Markstrahlen erscheinen viele Zellen nach dem Ende zu geschärft (Abb. 63, *g*), in diesen auch spärliche Kristalle von Kalziumoxalat. Fasertracheiden, Fasern und Holzparenchym bilden die Grundmasse. Die ersteren beiden sind dickwandig mit sehr kleinen und spärlichen Hoftüpfeln besetzt (Abb. 63). Das Holzparenchym ist in der Grundmasse reichlich eingestreut und steht in keiner Beziehung zu den Gefäßen (letztere grenzen meist unmittelbar an Fasertracheiden und Holzfasern, Abb. 23), Zellwände farblos.

Beschaffenheit: Schwer, ziemlich leichtspaltig, mittelhart, wenig elastisch, sehr tragkräftig und fest, von geringer Dauer, aber unter Wasser und im Trocknen haltbar, stark schwindend, beim Trocknen und auch lufttrocken sich werfend, reißend, leicht quellend (70, 1). Das Holz ist von vorzüglicher Brennkraft, im gedämpften Zustand leicht zu biegen, läßt sich sehr gut bearbeiten, beizen und polieren, bildet viel »Spiegel«, arbeitet sehr stark und wird leicht vom Wurm angegangen (435).

Prüfung: Spez. Gewicht von grünem Holz (45% Wasser): 0,990 im Mittel (nach Karmarsch), Lufttrockengewicht (etwa 10—15% Wasser) im Mittel: 0,740 (nach Karmarsch u. a.). Gewicht vom gedarrten Holz (110°) im Mittel: 0,570 (nach Werneck u. a.). Querschnittshärte: 30—40, Mittelschnittshärte: 35, Längsschnittshärte: 50 (nach Büsgen), Zugfestigkeit in Faserrichtung auf 1 qcm Querschnitt im Mittel: 360 kg (nach Karmarsch u. a.); quer zur Faserrichtung im Mittel: 87 kg. Die Dauerhaftigkeit beträgt im Freien (geschützt): 15—95 Jahre, im Freien (ungeschützt): 10 bis 60 Jahre, unter Wasser: 70—100 Jahre (nach Nördlinger u. a.), immer naß: 10 Jahre, naß und trocken abwechselnd an der Luft: 20 Jahre, abgeschlossen von Luft: 5 Jahre, immer trocken: 800 Jahre (nach Mothes Baulexikon). Das Schwindmaß für Langholz: 0,2—0,34%, bei Querholz in Richtung der Spiegel: 2,3 bis 6%, in Richtung der Jahresringe: 5,0 bis 10,7%. (Die Rotbuche zeigt somit sehr starkes Schwinden.)

Inhaltsstoffe: Im älteren Holz in den Markstrahlen und im Holzparenchym kein sehr reichlicher, gelblich- bis rötlichbrauner Inhalt.

Verwendung: Im ganzen ein ge-

ringwertiges, bei seiner Häufigkeit und Billigkeit dennoch vielfach verwandtes Nutzholz, besonders in der Wagnerei, Drechslerei, Möbeltischlerei (zu gebogenen Möbeln), als Schnitzholz und zu allerlei Hausgerät benutzt. Imprägniert ist Buchenholz auch beim Erd- und Straßenbau brauchbar. Furniere zur Herstellung von Intarsien zeigen kleine punktartige Spiegel, sind rötlichgelb und erhalten durch Dämpfen einen rötlichbraunen Ton. Im großen wird Rotbuchenholz verwandt als Faßholz, zu Felgen, landwirtschaftlichen Geräten, Holzschuhen, Flintenschäften, Bürstenböden usw., vielfach auch zur Herstellung von Klavieren.

45. Holz der amerikanischen Rotbuche.

Stammpflanze und Familie: *Fagus americana* Sweet. — Fagaceae.

Botanische Synonyme: *F. ferruginea* Ait., *F. americana latifolia* Wangenh., *F. silvestris* Mich., *F. silvatica* var. *americana* Pers., *F. atropunicea* (Marsh.) Sudw.

Nomenklatur: »Beech«, «Red beech«, »White beech«, »Ridge beech« (die Benennungen »Blue beech« und »Water beech« beziehen sich auf *Carpinus Caroliniana*).

Heimat: Bis 35 m hoher, gewöhnlich jedoch nur durchschnittlich 22 m hoher Baum Nordamerikas (Neu-Schottland, Huronsee, Wisconsin, Florida, Missouri und Texas).

Holzcharakteristik (534): Das Holz ähnelt dem der europäischen Buche (s. 44). Das Kernholz ist fast ganz rot bis rotbraun; der Splint fast weiß. Zwischen Früh- und Spätholz bestehen nur geringe Unterschiede.

Anatomische Holzcharakteristik: Sie entspricht ungefähr der von *Fagus silvatica* L. (Rotbuche), unterscheidet sich von ihr jedoch hauptsächlich durch den im Holz und Markstrahl vorkommenden tropfenförmigen bis kugeligen rotbraunen Inhalt und das viel reichhaltigere Vorkommen von Kalziumoxalatkristallen in den großen Markstrahlen. Vereinzelt finden sich solche Kristalle auch im Holzparenchym.

Beschaffenheit: Schwer, fest, zäh, mäßig hart, dicht, grobfaserig, nicht dauerhaft, gut zu hobeln und zu polieren, aber schwer zu trocknen, schwer spaltbar, unter Wasser verarbeitet dauerhafter.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,540; Grüngewicht: 879 kg je 1 cbm.

Verwendung: Für Achsen bei Mühlen- und Wasserrädern verarbeitet. Gutes Kohlholz für Schmiede, ferner für Stiele schwerer Schmiedehämmer, für Blasebalgkonstruktion, Löffelhalter usw.; auch als Brennholz benutzt.

46. Das Holz der kalifornischen Gerber-Pasanie.

Stammpflanze und Familie: *Pasania densiflora* Oerst. — Fagaceae.

Botanisches Synonym: *Quercus densiflora* Hook. et Arn.

Nomenklatur: »Tanbark oak«, »chestnut oak«, »Peach oak«.

Heimat: Bis 42 m hoher Baum Nordamerikas (Umpquafluß, Oregon, Kalifornien, Sierra Nevada).

Holzcharakteristik: Das poröse Kernholz ist hellbraun, zuweilen rötlichbraun. Das dicke, frische Splintholz ist etwas heller gefärbt als das Kernholz, mitunter gelblich; das alte, der Luft ausgesetzte Splintholz gleicht der Farbe des Kernholzes. Die Markstrahlen haben das charakteristische Aussehen derer des Eichenholzes. Gefäße in ziemlich breiten Radialreihen angeordnet, auf dem glatten Hirnflächenschnitt gut sichtbar. Früh- und Spätholz nicht scharf unterschieden. Jahresringgrenzen undeutlich charakterisiert durch einige Reihen radial zusammengedrückter Holzfasern.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße im allgemeinen größer als die des Spätholzes. Erstere nehmen an Zahl zur Peripherie zu, wo die Radialreihen sich verzweigen. Vereinzelte Spätholzgefäße sind größer als die größten Frühholzgefäße. Gefäßdurchmesser 0,05—0,3 mm, im Durchschnitt etwa 0,15 mm. Holzfasern sind besonders zahlreich im Frühholz in der Nähe der Mitte der Jahresringe; durchschnittlich 1.23 mm lang. Holzparenchym ist sehr zahlreich zwischen den großen Gefäßen und in deutlichen Radialreihen über die ganze Jahresringbreite ausgedehnt. Mitunter tritt das Holzparenchym auch in einzelnen oder doppelten Tangentialbändern auf. Das Spätholz besteht hauptsächlich aus kleinen Gefäßen und Holzparenchym. Die großen

Markstrahlen 25—40 Zellen breit, zwei bis viermal so hoch. Die kleinen Markstrahlen nur eine Zelle breit, 30—40 Zellen hoch; im Querschnitt sehr deutlich hervortretend. Die Markstrahlzellen enthalten ansehnliche Stärkekörner, Tannin und zahlreiche Kalziumoxalatkristalle.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, fest, dichtfaserig. Alte und sehr langsam gewachsene Bäume liefern sehr brüchiges, im Boden nicht dauerhaftes Holz.

Prüfung: Ofentrockengewicht: 690,7 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 799,7 kg je 1 cbm bei 15% Feuchtigkeit. (Dieses Gewicht entspricht der »Weißeiche« und ist etwas höher als das der »Roteiche«.

Inhaltsstoffe: Sehr stark gerbstoffhaltig. Der Gehalt an Tannin beträgt 0,63%.

Verwendung: Gutes Dielen- und Faßholz (Flüssigkeiten leiden nicht durch das Holz). Wertvolles Holz für Innenausstattung, für Wagen- und Waggonbau. Es kann ebenso wie die im östlichen Amerika wachsenden Harthölzer gebraucht werden.

Bemerkungen: 1. Der Jahresringverlauf ist bei einzelnen Holzproben verschieden und meist schwer erkennbar, da die Temperaturunterschiede der einzelnen Jahreszeiten kaum deutlich Früh- und Spätholzzonen zu bilden scheinen.

2. »Tanbark oak« ist wirtschaftlich die wichtigste Holzart neben den anderen Eichen der pazifischen Küste; sie liefert das Hauptmaterial für die ausgedehnte Gerbstoffindustrie. »Tanbark oak« ist hinsichtlich seiner Eigenschaft dem der Weißeiche gleichwertig und dem der Roteiche etwas überlegen.

47. Eichenhölzer.

Gattung und Familie: Die nachfolgend beschriebenen Eichenhölzer gehören zu der Gattung *Quercus* L. und zur Familie der Fagaceae.

Heimat: Die Gattung *Quercus* ist wohl die wichtigste der Laubwälder Amerikas (541), Europas und Asiens. Von der gegen 300 Arten und zahlreiche Varietäten umfassenden Gattung entfallen nahezu 140 auf die Vereinigten Staaten, von denen gegenwärtig 15 als wertvolle Nutzholzlieferanten in Frage kommen, etwa 150 Arten und Varietäten auf Asien und etwa 20 auf Europa. Afrika und Australien besitzen keine einheimischen Eichen.

Statistik des von Deutschland ein- und ausgeführten Eichenholzes.

Einfuhr	1925	1926
	insgesamt: 616130 dz, im Werte von 11383000 GM.	insgesamt: 284890 dz, im Werte von 4199000 GM.
	davon aus	
Danzig	24500 dz	10630 dz
Frankreich	16991 „	10658 „
Elsaß-Lothringen	14822 „	7701 „
Jugoslawien	80916 „	48057 „
Österreich	50213 „	9368 „
Ostpolen	121375 „	66378 „
Westpolen	72581 „	23855 „
Rumänien	23677 „	20636 „
Tschechoslowakei	105968 „	36444 „
Ungarn	31789 „	10653 „
Ver. St. v. Nordamerika	42131 „	27383 „
Poln.-Oberschlesien	4497 „	—
Ausfuhr	1925	1926
	insgesamt: 99052 dz	118038 dz
	davon nach	
Niederlande	38867 dz	49375 dz
Schweiz	31921 „	37182 „

Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen. Hirnflächenschnitt: Grundmasse des Holzes matt. Das Kernholz breit, braun (bei *Quercus rubra* und *Quercus cerris* mehr rötlich), nachdunkelnd. Der Splint schmal (1—3 cm breit) und heller. Das Spätholz ist gewöhnlich dunkler als das Frühholz, bei sehr engringigem Holz jedoch fast ohne Unterschied. In der Grundmasse wechseln glänzende, starke Markstrahlen mit feineren ab. Im Frühholz auffallend weite, schon mit bloßem Auge erkennbare Poren (Gefäße), meist zwei im Halbmesser, die gegen das Spätholz hin rasch an Größe abnehmen und in radialen oder im Spätholz in vielfach vergabelten Zügen verlaufen. Im Spätholz sind die Gefäße leicht durch einen sie umgebenden hellen Kreis von Parenchymzellen erkennbar. Zwischen den hellen Radialreihen von Gefäßen und Holzparenchym laufen an feinen Schnitten feine helle, mit der Jahresringgrenze gleichlaufende Linien von Holzparenchym. Radialer Längsschnitt: Die Jahresringgrenzen erscheinen durch die Porenkanäle deutlich. Letztere im Kernholz schwach glänzend, infolge ihrer Anfüllung mit blasigen Thyllen. Markstrahlen als breite Bänder oder bei schiefen Schnitten und welligem Verlauf der Markstrahlen als Bandteilstücke. Letztere je nach dem

Lichteinfall dunkler und matter oder heller und glänzender als die Umgebung (»Spiegel«). Die Jahresringbildungen sind an den Markstrahlen durch feine, dunklere Linien erkennbar. Das Holzparenchym begleitet die Gefäße als zarte, diesen gleichlaufende Linien. Tangentialer Längsschnitt: Die Porenkanäle länglich oval, länger (oft mehrere Zentimeter lang) oder kürzer, durch ihre bogen- bis zackenförmige Anordnung die Jahresringgrenze anzeigend. Die Hirnschnittflächen der Markstrahlen erscheinen als lange, dunkle, matte, in der Mitte etwas dickere Linien, mit senkrechtem Verlauf. Schwach quergebänderte, glänzende Grundmasse des Spätholzes (436).

Einteilung der wichtigeren Eichen:

Aa) Weißeichen.
Bb) Schwarzeichen.
Untergruppe: Roteichen.
Cc) Immergrüne Eichen.

Wilhelm (5,16) unterscheidet die Eichenhölzer anatomisch je nach dem sie ringporig oder zerstreutporig sind. Die zerstreutporigen gehören zu den immergrünen, die ringporigen meist zu den sommergrünen Arten. Im übrigen weist genannter Autor darauf hin, daß die Eichen in ihrem mikroskopischen Bau große Übereinstimmung zeigen (vgl. auch: 64, 1; 65, 1; 66, 1).

I. W. Bailey (67,1), der die Holzstruktur von 45 amerikanischen Eichen untersuchte, weist darauf hin, daß die üblichen Unterscheidungsmerkmale wie Farbe, Festigkeit und Gewicht bei Weißeichen und Schwarzeichen nicht genügen, wenn alle Arten dieser beiden Gruppen berücksichtigt werden, und besonders, wenn diese verschiedenen Standorten entstammen.

Roth (68) deutet für die Trennung von Weiß- und Schwarzeichen auf die Wichtigkeit der Anzahl und Anordnung der Gefäße im Sommerholz hin. Die Schwarzeichen haben auf Stammhirnflächenschnitten Bänder von Gefäßen, die fast durch den ganzen Jahresring hindurch gleich weit sind. Bei den Weißeichen ist die Anzahl der Gefäße im Sommerholz stark vermehrt, so daß das Band der Gefäße sich im zuletzt gebildeten Teile des Jahresrings beträchtlich verbreitert. Dieses Merkmal ist jedoch nicht immer zutreffend, da auch Schwarzeichen vorkommen, die die Gefäßanordnung von Weißeichen haben. Eine sichere mikroskopische Unterscheidung der beiden Eichenhauptgruppen besteht darin, daß auf dem Hirnflächenschnitt von *Quercus alba* L. die Gefäße des Sommerholzes zahlreich, winklig geformt und deutlich dünnwandig sind, während der Hirnflächenschnitt von *Quercus rubra* L. verstreute größere Gefäße mit dicken Wänden und kreisförmigem Umriß im Sommerholz zeigt. Beide Gruppen unterscheiden sich ferner in der Größe der Gefäße des Früh- und Spätholzes. Bei den Weißeichen tritt dieser Unterschied stärker hervor, als bei den Schwarzeichen und der Übergang von einem Typ zum andern ist plötzlicher. In den dickwandigen Sommergefäßen der Schwarzeichen sind Thyllen selten entwickelt, in den dünnwandigen der Weißeichen jedoch häufig.

Die immergrünen Eichen sind anatomisch den Schwarzeichen näher verwandt als die Weißeichen. Sie zeigen verstreute, dickwandige und kreisförmige Gefäße des Sommerholzes. Von den Schwarzeichen unterscheiden sie sich durch die einfachen Stockwerke der großen Markstrahlen, die mehr zerstreuten als ringförmigen Gefäße und das Fehlen von Thyllen in denselben. Lediglich die Arten *Qu. emoryi* Torr. und *Qu. hypoleuca* Engelm. haben zuweilen Markstrahlen in zusammengesetzter Form und *Qu. Engelmanni* Greene hat in den Gefäßen zahlreiche, dickwandige Thyllen. — Die Entwicklung des zusammengesetzten Markstrahles der Eichen, sowie die der anderen Holzelemente beweist, daß die immergrünen Eichen anatomisch die primitivsten Glieder der Gattung *Quercus* sind.

I. W. Bailey (67,2), kommt an Hand von Studien über die Markstrahlen des Eichenholzes zu dem Ergebnis, daß ursprüngliches Eichenholz nur die sogenannten sekundären Markstrahlen besaß. Die primären breit und stark entwickelten Markstrahlen stehen in scharfem Gegensatz zu den schmalen, einreihigen sekundären. Die primären bestehen aus gleichmäßigen Massen von Strahlenparenchym. Im Gegensatz zu diesen stehen die der immergrünen Eichen. Bei diesen besteht der Markstrahl aus einer zusammengesetzten Masse kleinerer Markstrahlen, ähnlich den »unechten« oder »falschen« Mark-

strahlen der echten Erle, Weißbuche und Hasel. Die primären Markstrahlen der Eichen sind demnach durch eine Anhäufung und Verschmelzung zahlreicher, kleiner, einreihiger, oder kleiner sekundärer Markstrahlen aufgebaut. Von den einreihigen Markstrahlen kann bei den laubabwerfenden und immergrünen Eichen jeder Schritt der allmählichen Entwicklung zu den großen zusammengesetzten Markstrahlen verfolgt werden (siehe auch 456, 494, 502).

Aa) Die Weißeichen.

Verbreitungsgebiet: Hauptsächlich in Südeuropa, im Kaukasus, in Kleinasien, Nordafrika, Ostamerika — Pazifische Küste —, Japan und China.

Wichtigere Arten der Weißeichen.

Qu. alba L., *Qu. bicolor* Willd., *Qu. conferta* Kit., *Qu. crispula* Bl., *Qu. dentata* Th., *Qu. Garryana* Dougl., *Qu. glandulifera* Bl., *Qu. lobata* Nic., *Qu. lyrata* Walt., *Qu. macranthera* Fisch. et Mayr, *Qu. macrocarpa* Mich., *Qu. Michauxii* Nutt., *Qu. Mühlbergii* Engelm., *Qu. obtusiloba* Mich., *Qu. pedunculata* Ehrh., *Qu. pontica* Koch, *Qu. prinoides* Willd., *Qu. acuminata* Willd., *Qu. prinus* L., *Qu. pubescens* Willd., *Qu. sessiliflora* Sm., *Qu. stellata* Wang., *Qu. Wutaishanica* Mayr.

Holzcharakteristik der Weißeichen siehe »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik der Weißeichen: Auf dem Hirnflächenschnitt des sattbraunen Kernholzes erscheinen die Gefäße des Frühholzes größer als die des Spätholzes. Im Frühholz stehen 1—2 größere Gefäße in radialer Anordnung. Mit fruchtbarem und besserem Standort nimmt die Anzahl der Frühholzgefäße etwas zu, bei trocknerem und geringerem Standort ab. Besonder charakteristisch ist das Verhältnis des Frühporenkreises zum gesamten Jahresring des Holzes.

Bei einer Ringbreite von 2,5—6 mm umfaßt das poröse Frühholz vom Gesamtring bei:

a) *Qu. alba*: 12%, b) *Qu. bicolor*: 15%, c) *Qu. lobata*: 12,5%, d) *Qu. Michauxii*: 13%, e) *Qu. pedunculata*: 12%, f) *Qu. sessiliflora*: 13%.

Die sonstigen anatomischen Merkmale siehe unter dem vorhergehenden Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

a) *Quercus alba* L.

Nomenklatur: »White oak«, »Stave oak«, »Chêne blanc«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum Nordamerikas. (Vom südlichen Maine bis südwestlichem Quebeck. Durch das mittlere und südlichere Ontario, die untere Halbinsel von Michigan und südliches Minnesota bis südwestliches Nebrasca und östliches Kansas verbreitet; im Süden bis nördliches Florida und Texas.)

Holzcharakteristik siehe unter vorhergehendem Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«. Ferner: Das Kernholz ist gelblich hellbraun oder rötlichbraun, der Splint lichtbraun bis strohgelb, nicht sehr breit. Früh- und Spätholz deutlich unterschieden. Jahresringe sehr deutlich mit mehreren Reihen großer, offener Gefäßröhren. Markstrahlen breit und sehr deutlich.

Anatomische Holzcharakteristik. Frühholzgefäße: Rund 0,3—0,5 mm diam., einreihig, seltener zwei- bis mehrreihig, ungefähr gleich groß und gleich geformt. Spätholzgefäße: plötzlich im Durchmesser abnehmend bis zu fast $^1/_6$ der Frühholzgefäße. In allen großen Gefäßen Tüpfel. Holzfasern bilden die Hauptmasse des Spätholzes. Sie sind 1—1,63 mm lang und etwa 0,018 mm diam.; sehr dickwandig mit engem Lumen; im Frühholz unregelmäßig zerstreut, im Spätholz in deutlichen, einzelnen oder doppelten unregelmäßigen tangentialen Bändern; je nach Weite der Jahresringe mehr oder weniger zahlreich. Markstrahlen: die großen 10—40 Zellen breit, 3—5mal so hoch, in Abständen von etwa 0,4 mm. Die kleinen gewöhnlich eine Zelle breit, einzelne jedoch 2—3 Zellen breit und nur wenige bis 20 Zellen hoch. (Vgl. auch früheren Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Fest, hart, schwer, zäh, ziemlich dicht faserig, nicht gut spaltbar, gegen Witterungseinflüsse und im Boden dauerhaft. Gegen Insekten fest (wegen des hohen Gerbstoffgehaltes). Besonders jüngeres Holz, schlecht getrocknet, wirft sich stark, schwindet und reißt. Gut

zu trocknen, sehr gut polierfähig. Das Holz besitzt hohe Elastizität, so daß gedämpfte Bretter ohne Bruch- oder Splitterungsgefahr in die schwierigsten Formen gebogen werden können. Der Standort beeinflußt die Qualität sehr. 80—100 jähriges Holz ist am zähesten und kräftigsten. Behauenes Holz hat in 4 Jahren 10% Gewichtsverlust, Sommerschlag in 4 Jahren 15%, Blöcke in der Rinde 17% in derselben Zeit.

Prüfung: Spez. Gewicht (Grünvolumen): 0,600, Ofentrockenvolumen: 0,710, Grüngewicht: 991.3 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt: 68%. Spez. Lufttrockengewicht: 0,690. Lufttrockengewicht: 767,5 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt (lufttrocken): 11,5%.

Verwendung: Holz junger Stämme wird zu Faßreifen, Peitschenstielen, Flechtwerk usw. verarbeitet: älteres Holz zu Faßdauben, landwirtschaftlichen Geräten, Bahnschwellen, Umzäunungen, in der Wagnerei, zum Hausbau, Möbeln und Waggonbau benutzt. Als Daubenholz für Alkoholfässer unübertroffen.

Bemerkung: Im Handel befindet sich eine ausgezeichnete Qualität dieses Holzes als »Quebec oak« und eine geringere Qualität als »Baltimore oak«. — Weißeichenholz wird verwechselt mit «Bur oak« (*Qu. macrocarpa*), »Swamp white oak« (*Qu. platanoides*), »Cow oak« (*Qu. Michauxii*), »Chinquapin oak« (*Qu. acuminata*). »Ovarcup oak« (*Qu. lyrata*), »Post oak« (*Qu. minor*), »Chestnut oak« (*Qu. prinus*).

b) *Quercus bicolor* Willd.

Botanische Synonyme: *Qu. platanoides* Sudw., *Qu. bicolor platanoides* A de C., *Qu. prinus bicolor* Spach, *Qu. prinus discolor* Mich. fil., *Qu. prinus tomentosa* Mich.

Nomenklatur: »Zweifarbige Kastanieneiche«, »Weiße Sumpfeiche«, »Swamp oak«, »Swamp white oak«, »Chêne de marais«, »Chêne bleu«, »Chêne bicolore«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum Nordamerikas. (Maine, Vermont, Quebeck, Ontario, Halbinsel von Michigan, Iowa, westliches Missouri, Columbia, nördl. Kentucky, Arkansas, längs des Appalachischen Gebirges bis Nord-Georgia.)

Holzcharakteristik s. den früheren Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«. — Kernholz deutlich hellbraun, hie und da auch rötlich getont. Splint ziemlich schmal, etwas hellerfarbig. Das Holz ähnelt dem der *Qu. aquatica* Walt., besitzt aber ausgeprägteren Kern und breitere Jahresringe und Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße: 1 bis 3 reihig, die innere Reihe gewöhnlich groß und elliptisch, die folgenden sehr viel kleiner und rund. Die großen Gefäße 0,2 bis 0,3 mm diam.; letztere verengen sich im Spätholz plötzlich, sind in mehr oder weniger engen radialen Reihen angeordnet, zuweilen je 10—12 zwischen den großen Markstrahlen. Diese Reihen entstehen mitunter in der Mitte des Spätholzes und erstrecken sich bis zum äußeren Teil des Jahresrings, etwa 0,04 mm diam. Holzfasern fast 1,04 mm lang, dickwandig und ziemlich englumig. Sie bilden im Frühholz die Grundmasse. Im Spätholz betten sie die kleinen Gefäße ein und bilden hier zahlreiche, undeutliche, tangentiale Bänder. Markstrahlen: Die großen 15—25 Zellen breit, 3—4mal so hoch und 8—10 mm voneinander entfernt. Die kleinen äußerst zahlreich, selten mehr als eine Zelle breit (vgl. auch den früheren Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«).

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, zäh, fest, ebenso dauerhaft wie das Holz der Weißeiche, ist aber in der Qualität etwas minderwertig.

Prüfung: Spez. Gewicht: 0,766; Bruchkoeffizient der Transversalfestigkeit: 909 kg je 1 cbm.

Verwendung: Ähnlich der Weißeiche (s. diese). Das Holz wird häufig in Mischungen mit der Weißeiche auf den Märkten gehandelt.

c) *Quercus conferta* Kit.

Botanische Synonyme: *Qu. Farnetto* Tenore, *Qu. hungarica* Hubeny, *Qu. pannonica* Booth, *Qu. iberica* Steven.

Nomenklatur: »Dickfrüchtige Eiche«, »Ungarische Eiche«, »Gedrängtfrüchtige Eiche«, »Zigeunerholz«, »Kittujack«, »Farnettoeiche«.

Heimat: Bis 24 m hoher Baum in Ungarn, südlichem Bosnien, Serbien, Her-

zegowina, Dalmatien, Griechenland, Kalabrien, Sardinien, südlichem Kaukasus.

Holzcharakteristik: Wie das Holz von *Qu. pedunculata* Ehrh. (siehe dieses). Vgl. auch den früheren Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Entsprechend dem Holz von *Qu. pedunculata* (s. dieses). Vgl. auch den früheren Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«. Besonders hervorzuheben ist, daß die sehr dickwandigen, häufig mit Gallertschicht versehenen Sklerenchymfasern im Hirnflächenschnitt des Holzkörpers oft regelmäßigere Radialreihen bilden als beim Holz von *Qu. pedunculata* (5, 16).

Beschaffenheit: Hart, sehr dicht, schwerspaltig, sehr stark reißend, nicht sehr geradfaserig, außerordentlich dauerhaft.

Verwendung: Besonders beim Wasser-, Erd- und Grubenbau verarbeitet. Sehr gutes Material für Eisenbahnschwellen, nicht aber zur Herstellung von Möbeln und Fässern.

d) *Quercus Garryana* Dougl.

Botanische Synonyme: *Qu Garryana* Hook., *Qu. Parryana* Hort., *Qu. Oerstediana* R. Br., *Qu. Gilbertii* Greene.

Nomenklatur: »Garrys Eiche«, »Pacific post oak«, »White oak«, »Oregon white oak«, »Oregon oak», »Western white oak«.

Heimat: Je nach dem Standort Baumstrauch oder bis 28 m hoher Baum Nordamerikas (südl. Vancouver Island, Britisch-Kolumbien, westl. Washington, Oregon, Kalifornien).

Holzcharakteristik: Vgl. Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«. Kernholz hellgelblichbraun, Splint schmal, fast weiß.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 2—3-reihig, oval, durchschnittlich 0,35 mm radial diam. und 0,25 mm tangential diam. Spätholzgefäße verengen sich plötzlich zu 0,05 mm diam., in zwei breiten Radialreihen angeordnet und von zahlreichen konzentrischen Holzfaserbändern umgeben. Wände der engeren Gefäße des Spätholzes dünner als die des Frühholzes. Holzfasern durchschnittlich 1,3 mm lang, ungefähr 0,018 mm breit, dickwandig, englumig, in mehr oder weniger vereinzelten, dichten Gruppen zwischen den Radialreihen der engen Gefäße und den Tangentialbändern der Holzfasern. Im Frühholz sehr häufig, im Spätholz die engen Gefäße bandförmig ringsum einbettend oder in 3—5 schmalen, deutlichen Tangentialbändern. Markstrahlen: Die großen etwa 300 Zellen breit und 4 bis 5 mal so hoch, 3—4 mm voneinander entfernt. Die kleinen nur eine Zelle breit, wenige bis 20 Zellen hoch. (Vgl. auch Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Hart, dicht, feinfaserig, äußerst zähe, fest, sehr dauerhaft.

Prüfung: Spez. Gewicht, Grünvolumen: 0,640, Ofentrockenvolumen: 0,750. Grüngewicht: 1103,3 kg je 1 cbm, Feuchtigkeitsgehalt: 72%, spez. Lufttrockengewicht: 0,760, Lufttrockengewicht: 815,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie Eichenhölzer im allgemeinen.

e) *Quercus lobata* Neé.

Botanische Synonyme: *Qu. longiglanda* Frémont, *Qu. Hindsiana* Benth.

Nomenklatur: »Langfrüchtige Eiche«, »California white oak«, »White oak», »Walley oak«, »Roble«, »Swamp oak«.

Heimat: Westliches Kalifornien.

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun bis rot, Splint viel hellerfarbig, dünn. Vgl. auch den früheren Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 1—2reihig, rund, 0,2—0,5 mm diam., gewöhnlich mit Thyllen. Spätholzgefäße verengern sich plötzlich, etwa 0,06 mm diam., über das Spätholz gleichmäßig verteilt. Holzfasern etwa 1,24 mm lang, hauptsächlich auf das Spätholz beschränkt. Das Frühholz ist meist gänzlich aus großen Gefäßen und Holzparenchym zusammengesetzt. Dieses ist dickwandig mit ziemlich engem Lumen. Das reichlich vorhandene Holzparenchym bettet die Gefäße des Frühholzes ein. Im Spätholze sind sie wenig vorhanden und haben keine tangentiale Anordnung. Zahlreiche Kalzium-

oxalatkristalle. Markstrahlen: Die großen 10—25 Zellen breit, 2—6mal so hoch, 1—4 mm voneinander entfernt; die kleinen undeutlich, sehr unregelmäßig. Vgl. auch den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Beschaffenheit: Hart, schwer, ziemlich feinfaserig, brüchig, im Boden dauerhaft, reißt beim Trocknen ziemlich stark.

Verwendung: Nicht sehr wertvoll, für minderwertige Gegenstände verschiedenster Art benutzt. Kein erstklassiges Brennholz.

f) *Quercus lyrata* Walter.

Nomenklatur: »Leiereiche«, »Overcup oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten (Maryland bis westliches Florida, Texas, Arkansas, südwestl. Missouri, Tennessee. Indiana, Illinois).

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelbraun, Splint hellerfarbig, dick.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 2—3-reihig, leicht seitlich zusammengedrückt, durch die größeren und zahlreicheren Gefäße unterscheidet sich dieses Holz leicht von dem der Weißeiche. Spätholzgefäße plötzlich kleiner werdend, die kleineren, seitlich schwach zusammengedrückt, bilden breite, häufig ziemlich unregelmäßige Radialbänder, deutlich von dünnwandigem Holzparenchym umgeben. Holzfasern 1,32 mm lang, 0,022 mm diam., weniger zahlreich als bei der Weißeiche; ihre Wände sind gewöhnlich etwas dünner. Holzparenchym im Spätholz in deutlich ausgeprägten Tangentialbändern angeordnet. Die Anzahl dieser Bänder wechselt mit der Weite der Jahresringe. Markstrahlen: die großen 15—40 mm breit, 3—5mal so hoch; die kleinen nur eine Zelle breit, wenige bis 20 oder mehr Zellen hoch. (Vgl. auch Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Mäßig hart, ziemlich schwer, fest, sehr dauerhaft im Boden. In seinen Eigenschaften dem Weißeichenholz ähnlich.

Verwendung: Das Holz ist, abgesehen davon, daß es sich etwas leichter trocknen läßt, ebenso wertvoll wie das der Weißeiche, mit dem es häufig vermischt auf den Markt kommt.

g) *Quercus Michauxii* Hutt.

Botanische Synonyme: *Qu. prinus palustris* Mich., *Qu. bicolor* (Mich.) Engelm., *Qu. prinus Michauxii* Chapm.

Nomenklatur: »Korbeiche«, »Cow oak«, »Basket oak«, »Swamp white oak«, »Swamp chestnut oak«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum der Fluß- und Sumpfränder der Vereinigten Staaten (Delaware bis Florida, Texas, Arkansas, südöstliches Missouri bis mittleres Tennessee, Kentucky, Illinois, Indiana).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun bis schwach rötlich, Splint etwas dunkler gefärbt, schmal. Markstrahlen groß, deutlich, nicht zahlreich. Jahresringe deutlich. Scharfer Unterschied zwischen Früh- und Sommerholz. Die Gefäße im Frühholz sehr ausgeprägt. (Vgl. auch den früheren Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 2—3-reihig, ungefähr 0.5 mm im radialen und 0,4 mm im tangentialen Durchmesser. Die kleinen Gefäße des Spätholzes in 3 bis 5 Radialreihen, welche sich allmählich erweitern oder sich in der Nähe der Peripherie der Jahresringe verzweigen. Holzfasern bilden die Hauptmasse des Spätholzes; sie sind dickwandig, durchschnittlich 1.54 mm lang und 0,021 mm weit. Holzparenchym hauptsächlich im Frühholz, aber auch in der Umgebung der kleineren Gefäße des Spätholzes. Es bildet im äußeren Teil des Spätholzes schmale, unregelmäßige, tangentiale Bänder. Markstrahlen: Die großen 20 bis 40 Zellen breit, 1—3mal so hoch; die kleinen außerordentlich zahlreich, nur eine Zelle breit, einige bis 20 und mehr Zellen hoch. (Vgl. auch: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Hart, schwer, zäh, fest, dichtfaserig, im Boden dauerhaft. Ziemlich leicht spaltbar (im Unterschied zur Weißeiche).

Prüfung: Spez. Ofentrockengewicht, Grünvolumen: 0,600, Grüngewicht: 1039,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,680, Lufttrockengewicht: 751,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Flechtwerk (wegen der leichten Spaltbarkeit, deswegen auch der Name: »Basket oak«), Inneneinrichtungen, allgemeinen Konstruktionen, Eisenbahnschwellen, Möbeltischlerei.

Bemerkungen: Das Holz ähnelt dem der Weißeiche am meisten von allen Eichenhölzern, ist jedoch heller gefärbt und hat gewöhnlich weniger deutliche tangentiale Holzparenchymbänder des Spätholzes. Es ist eins der wertvollsten Nutzhölzer der südlichen Staaten Nordamerikas.

h) *Quercus Muehlenbergii* Engelm.

Botanische Synonyme: *Qu. castanea* Muehlenberg, *Qu. prinus acuminata* Mich., *Qu. acuminata* (Mich.) Houb.

Nomenklatur: »Gelbe Kastanieneiche«, »Chinquapin oak«, »Chestnut oak«, »Pin oak«, »Yellow oak«, »Shrub oak», «Dwarf chestnut oak«, »Shrub oak«, »White oak«, »Rock oak«.

Heimat: Bis 36 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (New York bis südöstl. Nebraska und östl. Kansas, atlantische Region bis Kolumbia, Alleghany-Gebirge bis Mittel-Alabama und Mississippi, Arkansas, nördl. Louisiana bis Indianerterritorium und Texas).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun bis schwach rötlich, Splint heller gefärbt, schmal. Deutlicher Unterschied zwischen Früh- und Spätholz. Jahresringe leicht erkennbar. Markstrahlen dünn, nicht deutlich. (Vgl. auch den früheren Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße rund bis zuweilen elliptisch, 0,15—0,35 mm diam., meist gruppenweise zu 2—5 zwischen den großen Markstrahlen, selten auch ununterbrochene Reihen bildend. Die kleinen Spätholzgefäße etwa $^1/_3$ so groß wie die des Frühholzes, sehr dickwandig. Die großen Spätholzgefäße ebenfalls dickwandig, gewöhnlich mit Thyllen angefüllt, in 3—5 ziemlich unregelmäßigen Radialreihen, welche sich bis zur Peripherie der Jahresringe erstrecken, woselbst sie äußerst klein sind. Holzfasern dickwandig, etwa 1,15 mm lang. Holzparenchym im Frühholz stark entwickelt und zwischen den Gefäßen zerstreut. Im Spätholz in der Nähe der kleinen Gefäße und auch in unregelmäßigen und unterbrochenen, sich gegenseitig berührenden Bändern. Markstrahlen: Die großen 10—35 Zellen breit und 3 bis 4 mal so hoch, etwa 3 mm voneinander entfernt. Die kleinen zahlreich, nur eine Zelle breit und 3—15 Zellen hoch. Bei sehr schmalen Jahresringen, wie sie gewöhnlich in der Nähe der Stammperipherie alter Bäume zu finden sind, besteht die Hauptmasse der Holzsubstanz aus großen Gefäßen, während der übrige Teil aus dünnwandigem Holzparenchym zusammengesetzt ist, welches das Holz leicht und brüchig macht. (Vgl. auch: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Hart, schwer, fest, dauerhaft, ziemlich dichtfaserig, aber nicht zäh. Es wirft sich stark beim Trocknen.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 857 kg je 1 cbm, Bruchkoeffizient der Transversalfestigkeit: 1238 kg je 1 qcm.

Verwendung: Gleiche Verwendung wie Weißeiche, besonders für Eisenbahnschwellen, Böttcherei, Möbelfabrikation, Inneneinrichtungen.

Bemerkung: Das Holz wird in der Regel mit Weißeichenholz zusammen gehandelt und auch als Weißeichenholz verkauft.

i) *Quercus obtusiloba* Mich.

Botanische Synonyme: *Qu. minor* (Marsh.) Sargent, *Qu. stellata* Wangh., *Qu. alba minor* Marsh., *Qu. villosa* Walter, *Qu. Drummondii* Liebmann.

Nomenklatur: »Pfahleiche«, »Eiseneiche«, »Post oak«, »Box white oak«, »Iron oak«, »Chêne étoile«, »Overcup oak«, »White oak«, »Box oak«, »Brash oak«.

Heimat: 30 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (südl. Massachusetts, Rhode Island, New York, Florida, Alabama und Mississippi, Long Island bis Missouri, östliches Kansas, Indianer-Territorium, Texas).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun bis rötlich, Splint heller gefärbt, dick. Jahresringe deutlich. Scharfer Unterschied zwischen Früh- und Spätholz. Markstrahlen zahlreich, deutlich. Farbe

und Jahresringe machen dieses Holz dem der Weißeiche sehr ähnlich. (Vgl. auch: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße gewöhnlich 2 reihig, rund, etwa 0,2 mm diam. Spätholzgefäße fast gleichmäßig groß, etwa $^1/_3$ so groß wie die des Frühholzes, in ziemlich regelmäßigen Radialreihen zu 3—5 zwischen den großen Markstrahlen. Holzfasern sehr dickwandig, 0,83—1,25 mm lang. Holzparenchym im Frühholze spärlich. Markstrahlen: Die größeren etwa 25 Zellen breit, fast 4 mal so hoch, 3 mm voneinander entfernt. Die kleineren ungefähr 30 zwischen den großen Markstrahlen nur eine Zelle breit. (Vgl. auch den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Sehr schwer, äußerst hart, fest, im Boden noch dauerhafter als Weißeichenholz, auch dichterfasrig, jedoch weniger elastisch, schwer zu trocknen, wirft sich beim Trocknen stark.

Prüfung: Spez. Ofentrockengewicht, Grünvolumen: 0,600, Grüngew.: 1007,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,680, Lufttrockengewicht: 751,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Gutes Ersatzholz für Weißeiche bei der Möbelfabrikation, beim Innenausbau und der Böttcherei. Hauptsächlich für Bahnschwellen, Bauzwecke, Pforten, Faßdauben, Schiffsbau (Kniestücke, selten Planken), Ackergeräte, Wagen- und Waggonbau.

k) *Quercus pedunculata* Ehrh.

Botanische Synonyme: *Qu. robur* var. Lin., *Qu. robur* Smith., *Qu. robur pedunculata* Mart., *Qu. femina* Wither, *Qu. femina* Miller Roth., *Qu. racemosa* Lam., *Qu. fructipendula* Schrank, *Qu. pedunculiflora* K. Koch.

Nomenklatur: »Stieleiche«, »Sommereiche«, »Früheiche«, »Chêne commun«, »Chêne à grappe«, »Chêne rouvre«, »Gravelin«, »Chêne femelle«, »Chêne blanc«, »Châgne«, »Common oak«, »Peduncled oak«.

Heimat: Fast ganz Europa bis zu 63° in Norwegen, weiter östlich nur bis $57^1/_2$°. Kaukasusländer, Kleinasien. Die stärkste Verbreitung findet die Stieleiche in den unteren Donauländern, im Südwesten Deutschlands und in Preußen.

Holzcharakteristik (5, 16): Kern gelblichbraun, Splint gelblichweiß, schmal. Holz deutlich ringporig, mit geflammter Zeichnung der durch Reihen von Holzparenchym fein querstreifigen Jahresringe. Gefäße zahlreich, im Frühholz eines jeden Jahresringes eine ununterbrochene Querzone bildend. In helleren Radialstreifen sind die Gefäße unkenntlich.

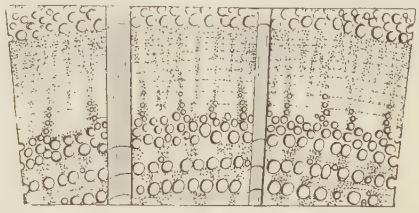


Abb. 75.
Querschnittsansicht des Holzes der Stieleiche. Vergr. 3/1. (Nach R. Hartig.)

Erstere schließen sich entweder unmittelbar an die Gefäßzonen an oder beginnen in einiger Entfernung von ihnen. Sie verlaufen meist etwas geschlängelt, verbreiten sich nach außen, gabeln sich nicht selten und verschmelzen auch mit benachbarten Zonen. Die Querstreifung der dunkleren Grundmasse der Jahresringe mehr oder weniger deutlich. Breite Markstrahlen scharf hervortretend, im tangentialen Längsschnitt des Holzkörpers bis 5 cm lange und längere dunkle Streifen, im radialen ungleich große und verschieden geformte »Spiegel« bildend (Abb. 75). Anzahl der Markstrahlen auf dem Tangentialschnitt 16 auf je 15 qmm. Abstand 1,5 bis 4 mm voneinander. Breite 0,5 bis 1 mm. (Für die Spessarteiche: 11 Markstrahlen auf je 15 qmm, Abstand 2—4 mm, Breite 1—1,5 mm.) (Vgl. auch Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik [siehe (5, 16) und den früheren Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«]: Die Gefäße in den hellen Holzpartien sind zahlreich, meist nur 0,024 bis 0,070 mm weit, dünnwandig, im Hirnflächenschnitt eckig bis rund.

Beschaffenheit: Dicht, schwer, hart, an Festigkeit und Elastizität von

keinem der einheimischen Hölzer übertroffen, gut und leicht spaltend, mäßig schwindend, sehr wenig werfend, außerordentlich dauerhaft und tragkräftig, sehr gerbstoffreich. Das Holz schwärzt sich nach frischem Schnitt und bei längerem Liegen in eisenhaltigem Wasser (»Wasser«- oder »Mooreiche«). Die Dauerhaftigkeit beträgt im Freien und im Wasser: 100 Jahre (nach Nördlinger); immer naß: 700 Jahre; abwechselnd naß und trocken an der Luft: 120 Jahre; abgeschlossen von der Luft: 200 Jahre; immer trocken: 1800 Jahre.

Prüfung: Spez. Gewicht: Grünes Holz (etwa 45% Wasser): 0,870—1,280, im Mittel: 1,080 (nach Karmarsch). Lufttrockenes Holz (etwa 10—15% Wasser): 0,690—1,030, im Mittel: 0,660 (nach Karmarsch, Monke, Nördlinger, König, Geyer). Querschnittshärte: 10—30; Mittelschnittshärte: 20; Längsschnittshärte: 30—60 (nach Büsgen). Elastizitätsgrenze parallel zur Faser für Zug: 350 kg je 1 qcm; für Druck: 222 kg; für Biegung: 271 kg (nach Krüger). Druckfestigkeit beim Wirken der Kraft in der Faserrichtung: 364—511 kg; im Mittel: 437 kg; senkrecht zur Faserrichtung: 350 kg (nach Karmarsch). Biegungsfestigkeit senkrecht auf die Faserrichtung: 618—1020 kg; im Mittel: 800 kg (nach Nördlinger, Barlow. Morin, Lange u. a.). Schwindmaß für Langholz: 0,028—0,435%; für Querholz in Richtung der Spiegel: 1,1—7.5%; in Richtung der Jahresringe: 2.20—10.6%; für Querholz im Mittel: 5,42 %. Die Quellungsgröße (die größte Längenausdehnung = 1 gesetzt) für altes Eichenholz, Ausdehnung in der Längsrichtung: 1,00310; in radialer Richtung: 1,0266; in Richtung der Sehne, z. B. bei Brettern: 1,0558 (nach Laves).

Verwendung: Ein Nutzholz ersten Ranges zur Verwendung bei Hoch-Erd- und Wasserbauten. Vortreffliches Eisenbahnschwellenholz, vorzügliches Schiffsbauholz, bestes Faßholz. Zur Herstellung massiver und furnierter Möbel, Kohlholz, auch zur Bereitung von Holzessig und Gerbstoffextrakt benutzt. Holz mit mißfarbigem, dunklem bis schwarzem Kerne ist nicht zu verwenden. Rote und gelbe Flecken sind Zeichen beginnender Verwesung, desgleichen grauschwarze oder grauweiße Färbung.

1) *Quercus prinus* L.

Nomenklatur: »Gemeine Kastanieneiche«, »Gerbereiche«, »Rock oak«, »Tanbark oak«, »Swamp chestnut oak«, »Mountain oak«, »Chestnut oak«, »Rock chestnut oak«.

Heimat: Langsamwüchsiger, bis 30 m hoher Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Maine, Massachusetts, Maryland, in den Gebirgen bis Nord-Georgia und Alabama, westlich bis zum Champlain See und dem Genesseefluß, in New York, mittlerem Kentucky und Tennessee), Kanada (hier bis zu 12 m hoch).

Holzcharakteristik: Kernholz gelblich oder rötlichbraun, Splint heller und leicht rötlich. Kern und Splint scharf voneinander unterschieden. Jahresringe eng, 2,5 cm Durchmesser in 12—20 Jahren. Markstrahlen deutlich erkennbar. Holzparenchym im Kernholz in schmalen Tangentialbändern. (Vgl. auch: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße rund elliptisch, 3—5reihig. Die kleinen Spätholzgefäße häufig vieleckig und zuweilen so klein, daß ihr Durchmesser ungefähr dem der Holzparenchymzellen gleichkommt. Radiale Reihen kleiner Gefäße sind wellenförmig oder leicht verzweigt und von zahlreichem Holzparenchym umgeben. Holzfasern bilden die Grundmasse des Spätholzes, etwa 1,31 mm lang, 0,020 mm breit, dickwandig, ziemlich englumig. Holzparenchym im Frühholz in isolierten Gruppen zerstreut, im Spätholz in regelmäßigen oder verzweigten und ununterbrochenen, schmalen, tangentialen Bändern. Markstrahlen äußerst zahlreich, etwa $^1/_5$ der Zellsubstanz des Holzes bildend. Die großen: häufig 20—30 Zellen breit, 3—6mal so hoch; die kleinen: nur eine Zelle breit. 4—15 Zellen hoch. In Hirnflächenschnitten erscheinen sie als lange, gut ausgeprägte Linien. (Vgl. auch: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Hart, schwer, fest, zäh, mäßig dichtfaserig, im Boden dauerhaft. Das Holz neigt zum Werfen

beim Trocknen. Infolge seiner harten, seidenartig glänzenden Oberfläche dem »White oak« überlegen.

Prüfung: Spez. Gewicht Grünvolumen: 0,570. Grüngewicht: 991,3 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,680. Lufttrockengewicht: 735,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Im allgemeinen wie die der Weißeiche, für Eisenbahnschwellen und Einzäunungen, Brennholz. In Kanada gilt das Holz für weniger wertig als das der Weißeiche und besitzt daher keine besondere wirtschaftliche Bedeutung.

m) *Quercus pubescens* Wild.

Botanische Synonyme: *Qu. robur lanuginosa* Lam., *Qu. roburoides* Bérenger, *Qu. sessiliflora pubescens* Loud.

Nomenklatur: »Weichhaarige Eiche«, »Schwarzeiche«, »Französische Eiche«.

Heimat: In der Regel bis 20 m hoher Baum, häufig auch krummwüchsiger oder niedriger, knorriger Baumstrauch des wärmeren Mitteleuropas, Südeuropas; südöstliches Asien, im dalmatischen Küstenlande, Istrien und Balkanstaaten, Südschweiz, nördlich bis Böhmen, vereinzelt in Thüringen und am Oberrhein.

Holzcharakteristik: Holz hellbraun. Splint und Kern nicht immer deutlich gesondert (besonders bei Holz von Bäumen südöstlichen Standorts). Gefäße zuweilen in Gruppen oder vereinzelt oder in ununterbrochenen Querzonen. Die helleren Radialstreifen oft gerader als bei den verwandten Arten, nach außen weniger verbreitet und dann auf aufeinanderfolgenden Jahresringen oft ziemlich genau passend. Im allgemeinen bilden die Gefäße scharf abgegrenzte Zonen. Markstrahlen sehr dicht stehend, auffällig breit. Die Jahresringe äußerst eng. Holzfasergewebe gleichmäßig in radialen Zügen angeordnet, dem freien Auge im Hirnflächenschnitt als helle Binde auf dunklem Grund deutlich erkennbar. (Vgl. auch »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«).

Anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich der von *Qu. pedunculata* und *Qu. hungarica* (siehe diese). (Vgl auch: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Ganz besonders hart, dicht, fest, schwer und schwer spaltbar. Im Trocknen und im Wasser von außerordentlicher Dauer. Nicht sehr elastisch.

Verwendung: Wie die übrigen Eichenhölzer. Ein vortreffliches Holz für den Schiffsbau, hier namentlich als Krummholz geschätzt.

n) *Quercus sessiliflora* Smith.

Botanische Synonyme: *Qu. robur* Linné, *Qu. robur* Miller, Willden, Reichenbach, *Qu. sessilis* Ehrh., *Qu. robur sessilis* Martyni.

Nomenklatur: »Traubeneiche«, »Steineiche«, »Späteiche«, »Wintereiche«, »Chêne rouvre, — à trochets, — roure, — durelin, — drille oder drillard, — blanc, — commun de Bourgogne«, «Red oak«, »Chestnut oak«, »Bay oak«.

Heimat: Bis 35 m hoher und sehr dick werdender Baum des mittleren und südlichen Europas und Westasiens. Nördliche Grenze wie bei *Qu. pedunculata*. Am häufigsten im Südosten Mitteleuropas. Die bekanntesten Traubeneichenbestände befinden sich im Spessart, in Baden und Elsaß-Lothringen.

Holzcharakteristik: Der von *Qu. pedunculata* sehr ähnlich, jedoch meist enger ringig. Auch sind die breiten Markstrahlen weiter voneinander entfernt. Ihr Abstand beträgt 2—3 mm, ihre Breite 0,5 bis 0,7 mm. An Markstrahlen entfallen 10 auf je 20 qmm. Die großen Gefäße des Frühholzes gehen unmittelbar in das Holzparenchym über. (Vgl. *Qu. pedunculata* und den Abschnitt: »Allgemeine Holzcharakteristik der winterkahlen Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Entspricht der von *Qu. pedunculata*. (Vgl. auch: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Beschaffenheit: Im allgemeinen wie bei *Qu. pedunculata*, aber etwas weniger hart und dauerhaft bei ungünstigen Verhältnissen, etwas leichter zu bearbeiten.

Prüfung: Die Maße entsprechen im allgemeinen denen von *Qu. pedunculata*, aber spez. Lufttrockengewicht des bei 110° C gedarrten Holzes im Mittel: 0,680. Die Elastizitätsgrenze parallel zur Faser für Druck: 209 kg, für Zug: 282 kg, für

Biegung: 177 kg je 1 cbm. Zugfestigkeit in der Faserrichtung auf 1 qcm gezogen: im Mittel 552 kg. Schwindestärke geringer als bei *Qu. pedunculata.*

Verwendung: Wie das Holz der Stieleiche.

Bemerkungen: Spessart-Alteichen (519): Die für Spessart-Alteichen in den letzten Jahren gezahlten hohen Preise von über 10 000 M. je Festmeter sind vor allem bedingt durch die Astreinheit, Struktur und Farbe dieses Holz materials. Bei diesen so hoch bezahlten Stücken handelt es sich um zarte Starkhölzer und Messerfurnierstücke. Die höchsten Preise werden ausnahmslos für Hölzer mit dem hohen Durchmesser von 80 bis 90 cm angelegt. Die über 400 Jahre alten Traubeneichen des Spessarts sind meist bis auf den inneren Kern gesund. Der hohe Wert des Spessarteichenholzes liegt ferner in seiner hellrötlichen bis hellbraunen Kernfarbe, der ganz gleichmäßigfeinen Jahrringbildung von 1,5 mm Breite, den großen Abmessungen astreiner Ausbildung und völliger Gesundheit. Hierdurch wird eine restlose Ausnützung des Holzes als Furnier ermöglicht. Die feine Jahrringbildung ist bedingt durch die Kultur in dichtem Schlusse in der Jugend und dadurch, daß die Bestände nicht vor dem 60. Jahre durchforstet werden. Die Alteichenreserven des Spessarts werden in absehbarer Zeit vom Holzmarkt verschwinden, da die jüngeren Eichenbestände, besonders die im Alter von 150 bis 250 Jahren fehlen.

»Slavonische Eichen« wurden häufig in Friedenszeiten auf die bayrischen Haupthandelsplätze gebracht, um von dort als Spessarteichen die Donau wieder abwärts zu gehen.

Bb) Die Schwarzeichen.

Bezüglich der allgemeinen Unterschiede zwischen Weiß- und Schwarzeichen vgl. den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Wichtigere Arten der Schwarzeichen: *Quercus aquatica* Walt., *Qu. brevifolia* Sargent, *Qu. catesbaei* Michx., *Qu. cerris* L., *Qu. digitata* (Marsh.) Sudworth, *Qu. imbricaria* Michx., *Qu. laurifolia* Michx., *Qu. marilandica* Muenchh., *Qu. nigra* L. = *aquatica* Walt., *Qu. variabilis* Bl.

a) *Quercus aquatica* Walt.

Botanische Synonyme: *Qu. nigra* var. a Lin., *Qu. nigra* Sargent, *Qu. uliginosa* Wangenh.

Nomenklatur: »Wassereiche«, »Water oak«, »Spotted oak«, »Duck oak«, »Possum oak«, »Punk oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika (Delaware bis Florida, im Westen bis zum Appalachischem Gebirge und durch die Golf-Staaten bis Texas. Arkansas, Indianer-Territorium, südöstl. Missouri, Mittel-Tennessee und Kentucky).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun mit gelblichem Ton; Splint ziemlich dick und hellerfarbig. Im übrigen vergleiche den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße in 1—3 Radialreihen angeordnet, 0,14—0,28 mm Tangential-, 0,16—0,35 mm Radialdurchmesser. Spätholzgefäße nehmen allmählich an Größe ab, in 2 oder 3 einzelnen oder doppelten Radialreihen angeordnet. Letztere erstrecken sich bis zur Peripherie der Jahresringe. Die kleinen Gefäße sind kreisförmig, sehr dickwandig und durchschnittlich 0,05 mm diam. Holzfasern 1,08—1,96 mm lang, sehr dickwandig, mit engem Lumen. Sie bilden das harte Gewebe zwischen den Radialreihen der kleinen Gefäße im Spätholze. Holzparenchym im Früh- und Spätholz sehr häufig, in den Faserpartien als einzelne oder doppelt tangentiale Bänder verlaufend. Im Spätholz in zahlreichen tangentialen Bändern, die im Lupenbild leicht sichtbar sind. Je nach der Jahresringweite verlaufen 5—15 solcher Bänder im Spätholz. Die kleinen Markstrahlen durchziehen in sehr großer Zahl die Faserpartien, sind deutlich erkennbar, nur eine Zelle breit und 5—20 Zellen hoch; die großen Markstrahlen 15—40 Zellen breit, 3—4 mal so hoch, 3—5 mm voneinander entfernt.

Beschaffenheit: Hart, ziemlich dichtfaserig, aber nicht dauerhaft im Boden.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

b) *Quercus digitata* Sudw., Sargent.

Botanische Synonyme: *Qu. cuneata* Wang., *Qu. nigra digitata* Marsh., *Qu. triloba* Michx., *Qu. cuneata Ludsonica*, hort. Muskau nach Dippel., *Qu. falcata triloba* A. de Cand.

Nomenklatur: »Keilblättrige Eiche«, »Spanische Eiche«, »Spanish oak«, »Red oak«, »Spanish water oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika (New Jersey, Florida, Golf-Staaten, Texas, Arkansas, Missouri, Tennessee, Kentucky, Illinois, Indiana).

Holzcharakteristik: Kernholz rötlich; Splint dick, heller gefärbt mit leicht bräunlichem Tone. Das Kernholz ähnelt dem des echten »Red oak«, nur daß es heller rot gefärbt ist. Im übrigen siehe den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße bilden eine einzelne unterbrochene Reihe; elliptisch bis oval; 0,15—0,25 mm diam. Die kleinen Gefäße etwa 0,075 mm diam. Die kleinen Spätholzgefäße sind noch kleiner als die des Frühholzes, in einzelnen radialen und beinahe parallelen Reihen angeordnet, welche sich durch die Jahresringe erstrecken. Holzfasern im Frühholz sehr zahlreich, hier in kleinen Gruppen zwischen den dünnwandigen Elementen, und im Spätholz allmählich an Zahl zunehmend. Im Hirnflächenschnitte fünfeckig, mäßig dickwandig mit engem Lumen, ungefähr 1,08—2 mm lang und 0,024 mm breit. Holzparenchym bettet die Frühholzgefäße ringförmig ein und begrenzt die kleinen Spätholzgefäße. Es bildet auch im Spätholz unregelmäßige, schmale, tangentiale Bänder, von denen 10—12 bei Jahresringen mäßig rasch gewachsener Bäume vorkommen. Die großen Markstrahlen durchschnittlich etwa 20 Zellen breit, 2—3 mal so hoch, 2—4 mm voneinander entfernt. Höhe und Breite der Markstrahlen wechseln beträchtlich je nach Alter und Stärke der Bäume. Die kleinen Markstrahlen zahlreich, gewöhnlich nur eine Zelle breit und 8—16 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Leicht, mäßig hart, fest, nicht dauerhaft im Boden.

Prüfung: Spez. Gewicht auf Grünvolumen: 0,520. Grüngewicht: 991,3 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,600. Lufttrockengewicht: 655,6 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

Bemerkung: Das »Spanische Eichenholz« wird gelegentlich mit dem der »Roteiche« verwechselt, unterscheidet sich jedoch von diesem durch die geringere Zahl und Deutlichkeit der Markstrahlen.

c) *Quercus catesbaei* Michx.

Nomenklatur: »Catesbys Scharlacheiche«, »Turkey oak«, »Scrub oak«, »Black Jack«, »Barren scrub oak«, »Forked leaf«, »Forked leaf black Jack«.

Heimat: Nordamerika in den Küstenregionen von Nord-Karolina bis Florida und westliches bis östliches Louisiana.

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun mit roter bis gelblicher Tönung; Splint dick, etwas heller gefärbt, bisweilen ganz gelblich. Im übrigen vergleiche den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Die großen Frühholzgefäße 1—3reihig, 0,26—0,40 mm diam., zur Peripherie der Jahresringe hin allmählich an Größe abnehmend, nicht sehr dickwandig. Spätholzgefäße 0,10—0,20 mm diam., sehr dickwandig. Die kleinen Gefäße in 1—3 unregelmäßigen, unterbrochenen Radialreihen zwischen den großen Markstrahlen. Holzfasern dickwandig, meist nur im Spätholz, wo sie in kleinen Gruppen verstreut sind, durchschnittlich 1,47 mm lang, etwa 0,026 mm weit. Holzparenchym im Frühholz und Spätholz häufig. Im Spätholz liegt es in der Umgebung der kleineren Gefäße und bildet unregelmäßige, undeutlich und häufig unterbrochene Tangentialbänder; 6—10 solcher liegen gewöhnlich innerhalb eines Jahresringes. Die großen Markstrahlen 20—45 Zellen breit, 2—4 mal so hoch, 2—4 mm voneinander entfernt; die kleinen Markstrahlen sehr deutlich, die Zellen in ihnen groß.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, schwer, mitteldicht, nicht sehr dauerhaft im Boden.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

Bemerkung: Der Name »Scharlach-

eiche« bezieht sich auf das im Herbst sich prächtig rot färbende Laub.

d) *Quercus cerris* L.

Botanische Synonyme: *Qu. frondosa* Miller, *Qu. aegilops* Scop., *Qu. crinita* Lam., *Qu. esculus* L.

Nomenklatur: »Zerreiche«, »Burgunder Eiche«, »Österreichische, Türkische und Adriatische Eiche«, »Chêne de chevelu«, »Chêne de Bourgogne«, »Chêne Lombard«, »Iron, wainscot, mossy und cupped oak«.

Heimat: Südeuropa, von Kleinasien bis Spanien, besonders gut im Bergland Ungarns entwickelt. Nördlich bis Mähren, am Nordrand des Jura. Im Departement Doubs in reinen großen Beständen (428).

Holzcharakteristik (5, 16): Holz im Alter rötlich-braun mit rostgelbem Splint. Die Radialstreifen der Jahresringe oft ziemlich gerade. Die feine Querstreifung zwischen diesen mit freiem Auge weniger deutlich als mit der Lupe zu erkennen. Die Markstrahlen sehr zahlreich und charakteristisch rot gefärbt. Die breiten Markstrahlen, welche gewöhnlich breiter sind als die der »Stiel-« und »Traubeneiche«, sind sehr zahlreich, 20 bis 30 und mehr auf 5 cm Querschnittsbreite, selten bis über 1,5 mm hoch, 2—2,5 mm voneinander entfernt und in der Tangentialansicht nicht selten von schmalen Holzsträngen in schräger Richtung durchsetzt. Vgl. auch den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 16): Im allgemeinen entsprechend der der »Stieleiche«, jedoch von dieser durch die geringe Zahl, die größere Weite (0,04—0,12 mm), die dickere Wand und die meist kreisrunden oder eiförmigen, in den hellen Radialstreifen der Jahresringe liegenden Gefäße unterschieden.

Beschaffenheit: Sehr grob- und langfaserig, hart, sehr fest, schwerspaltig, ziemlich schwer und biegsam und sehr elastisch, weniger dauerhaft, brennkräftig. Das Holz neigt sehr zum Reißen.

Prüfung: Grüngewicht: 1020—1170 kg je 1 cbm; spez. Lufttrockengewicht: 0,707—0,859.

Verwendung: Wertvolles Brennholz, seine Kohle blättert stark und ist nur wenig fest. Als Bau- und Werkholz weniger wertvoll, soll aber unter Wasser verarbeitet besser sein.

e) *Quercus imbricaria* Michx.

Botanische Synonyme: *Qu. phellos imbricaria* Spach., *Qu. laurifolia* hort. (nicht Michx.).

Nomenklatur: »Schindeleiche«, »Shingle oak«, »Laurel oak«, »Jack oak«, »Water oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika. (Pennsylvanien, Süd-Michigan, Wisconsin, nördl. Missouri, nordöstl. Kansas, Columbia-Distrikt, Alleghany-Gebirge, Nord-Georgia, Alabama, mittleres Tennessee, Nord-Arkansas.)

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun, leicht rot getönt; Splint etwas heller in der Farbe, aber kaum vom Kernholz unterschieden. Vgl. auch Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße nehmen etwa die Hälfte der Jahresringe ein. Sie sind elliptisch bis oval. Die großen 3—6-reihigen Gefäße sind ungefähr gleichförmig groß, gewöhnlich mit Thyllen und hohem 0,35 mm radialem und etwa 0,25 mm tangentialem Durchmesser. Spätholzgefäße gleichförmig groß, etwa $^1/_8$ der Frühholzgefäße, in zwei oder drei einzelnen oder doppelten Radialreihen angeordnet. Holzfasern bilden ungefähr $^1/_5$ aller Holzelemente innerhalb der Jahresringe, durchschnittlich 1,03 mm lang und 0,017 mm weit, im Spätholz meist zwischen Radialreihen kleiner Gefäße und Holzparenchym. Holzparenchym im Spätholz deutlich, bettet die Radialreihen der kleinen Gefäße ein, und zweigt von diesen in tangentialen Bändern ab; 8—12 solcher Bänder bei jedem Jahresring. Die großen Markstrahlen: 15—40 Zellen breit, 2—4 mal so hoch; die kleinen Markstrahlen undeutlich und in der Regel nur eine Zelle breit, 5—20 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, dichtfaserig, ziemlich zäh.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

Bemerkung: Das Holz wird oft mit dem der »Willow oak« (*Qu. laurifolia* Mich.) verwechselt.

f) *Quercus laurifolia* Mich.

Botanische Synonyme: *Qu aquatica laurifolia* A. d. C., *Qu. phellos laurifolia* Chapm., Abart von *Qu. aquatica* Walt.

Nomenklatur: »Lorbeereiche«. »Laurel oak«, »Swamp laurel oak«, »Darlington oak«, »Willow oak«, »Water oak«.

Heimat: Nordamerika (Küstenregion Virginiens, Florida, im Westen der Golfregion bis Louisiana).

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelbraun mit rotem Ton, Splint dick, etwas hellerfarbig. (Vgl. auch Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße ein- oder selten zweireihig, rund, etwa 0,25 mm diam., im Spätholz sich plötzlich auf etwa 0,12 mm verengernd. Die kleineren Gefäße erstrecken sich in Radialreihen bis zur Peripherie des Jahresringes. Holzfasern sehr zahlreich im Früh- und Spätholz, etwa 1,34 mm lang und 0,021 mm breit, dickwandig, ziemlich englumig. Holzparenchym gleichförmig durch den ganzen Jahresring verteilt. im Spätholz in einzelnen unregelmäßigen und undeutlichen Tangentialbändern angeordnet. Die großen Markstrahlen 25—40 Zellen breit, 3—4 mal so hoch, 2—3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen selten breiter als eine Zelle, wenige bis 15 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, fest, ziemlich grobfaserig, im Boden nicht dauerhaft.

Prüfung: Spez. Gewicht auf Grünvolumen: 0,560, Grüngewicht: 1023,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,640, Lufttrockengewicht: 703,5 je 1 cbm.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

g) *Quercus marilandica* Muenchh.

Botanisches Synonym: *Qu. nigra* verschiedener Autoren, nicht Linné.

Nomenklatur: »Black Jack«, »Jack oak«, »Iron oak«, »Black oak«, »Barren oak«, »Scrub oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika (New York, Ohio, Indiana, Michigan, Nebraska, Kansas, Indianer-Territorium, Florida, Texas).

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelbraun, Splint etwas heller mit gelblichem Ton. (Vgl. den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße meist 4 reihig, stets mit Thyllen, rund, selten elliptisch, 0,02—0,4 mm diam. Spätholzgefäße etwa $^1/_6$ so groß wie die des Frühholzes, in unregelmäßigen oder verzweigten Radialreihen angeordnet. Die kleinen Gefäße gleichförmig groß, mit sehr dicken Wänden. Große und kleine Gefäße in Holzparenchym eingebettet. Holzfasern sehr dickwandig, ziemlich englumig, 1,04—1,63 mm lang, etwa 0,027 mm weit. Holzparenchym in kurzen, unregelmäßigen, tangentialen Bändern oder in kleinen Gruppen im Spätholz zerstreut, umgibt die Gefäße. Die großen Markstrahlen 10—40 Zellen breit, 2—4 mal so hoch. (Die Markstrahlen trocken gewachsener Bäume sind stärker entwickelt als die feuchterer Standorte.) Die kleinen Markstrahlen äußerst zahlreich, gewöhnlich eine Zelle breit, hie und da 2 oder 3 und 10—20 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, im Boden nicht dauerhaft.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

h) *Quercus phellos* L.

Botanische Synonyme: *Qu. phellos silvatica* Mich., *Qu. salicifolia* hort.

Nomenklatur: »Weideneiche«, »Willow oak«, »Peach oak«, »Water oak«, »Swamp willow oak«.

Heimat: Vereinigte Staaten von Nordamerika (New York, Florida, durch die Golfregion bis Texas, Arkansas, Missouri, mittleres Tennessee, Süd-Kentucky).

Holzcharakteristik: Kernholz rötlich braun, zuweilen mit gelblichem Ton, Splint schmal, viel hellerfarbig, hie und da mit schwach rötlichem Einschlag. (Vgl. den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße elliptisch oder oval, mit 0,25—0,4 mm radialem und 0,2—0,3 mm tangentialem Durchmesser. Gewöhnlich nur eine Gefäßreihe innerhalb eines Jahresringes bei langsam ge-

wachsenem Holz, bei schnell gewachsenem Holz gewöhnlich 2—3 Reihen, mit Thyllen. Spätholzgefäße plötzlich an Größe abnehmend. Die kleinen Gefäße häufig seitlich zusammengedrückt und von unregelmäßigem Umriß, zwischen den großen Markstrahlen in 2—3 Radialreihen angeordnet. Die kleinen Gefäße des Spätholzes werden von Holzparenchym begrenzt. Holzfasern 1,52 mm lang, 0,021 mm breit; weniger zahlreich im Frühholz, bilden die Hauptmasse des Spätholzes zwischen den Radialreihen kleiner Gefäße, gänzlich von Holzparenchym umgeben. Holzparenchym hauptsächlich im Frühholz und Spätholz an den kleinen Gefäßen, sehr spärlich in Gruppen oder in kurzen tangentialen Bändern angeordnet. Die großen Markstrahlen 10—30 Zellen breit, 2—4 mal so hoch, 2—3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen meist nur eine Zelle breit und wenige bis 20 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Mäßig hart, schwer, fest, ziemlich querfaserig, im Boden mäßig dauerhaft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,560, Grüngewicht: 1071,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,720, Lufttrockengewicht: 783,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

Untergruppe:

Die Roteichen.

Die Gefäße des Frühholzes der »Roteichen« sind im Hirnflächenschnitt etwas kleiner als die der Weißeichen. 2—6 Gefäße in radialer Richtung bilden die Frühholzzone. Die Zunahme der porösen Frühholzschicht breiter Jahresringe bei »Roteichen« erfolgt in stärkerem Verhältnis zur Gesamtringbreite als bei den »Weißeichen«. Bei 2,5—6 mm Jahresringbreite liegen die Prozentverhältnisse des porösen Frühholzes zum Gesamtjahresringe je nach der Art und den Vegetationsbedingungen gleicher Arten zwischen 30 und 40%. Die Kernholzfarbe ist rötlich, der Splint breit. Die »Roteichen« haben geringeren Gerbstoffgehalt und geringere Holzdauer als die »Weißeichen«.

Aufzählung der wichtigsten Roteichen: *Qu. californica* Coop. (= *Qu. Kelloggii*), *Qu. coccinea* Wang., *Qu. palustris* du Roi, *Qu. rubra* L., *Qu. texana* Buckl., *Qu. tinctoria* Bartram, *Qu. velutina* Lam.

a) Quercus californica Coop.

Botanische Synonyme: *Qu. Kelloggii* Newb., *Qu. tinctoria californica* Torrey, *Qu. sono mensis* Benth. und A. de Cand.

Nomenklatur: »Kelloggseiche«, »California black oak«, »Black oak«, »Mountain black oak«, »Kelloggs oak«.

Heimat: Nordamerika (Oregon, Südgrenze Kaliforniens, Küstengebirge, Westhänge der Sierra Nevada, des San Bernadins, San Yacinto und Cuyamaca).

Holzcharakteristik: Kernholz hellrot oder mit gelblicher Tönung, Splint schmal, heller gefärbt, leicht vom Kernholz zu unterscheiden. (Vgl. den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 3—5-reihig (bei mäßig rasch gewachsenen Bäumen), etwa ein Fünftel der Breite der Jahresringe einnehmend. Die Gefäße sind 0,2—0,45 mm weit. Die kleinen Spätholzgefäße in einzelnen oder doppelten und ziemlich unregelmäßigen Radialreihen, sich bis zum äußeren Rande der Jahresringe erstreckend, gewöhnlich gleichförmig groß und etwa 0,1 mm diam. Holzfasern bilden die Grundmasse des Spätholzes, etwa 1,21 mm lang, 0,022 mm breit. Holzparenchym deutlich in unregelmäßigen, tangentialen, 2—6 Zellen breiten Bändern angeordnet. Die großen Markstrahlen 10—30 Zellen breit, 3—5 mal so hoch, 2—3 mm voneinander entfernt. Die kleineren Markstrahlen in Hirnflächenschnitten sehr deutlich.

Beschaffenheit: Hart, schwer, fest, ziemlich dickfaserig, im Boden nicht dauerhaft.

Prüfung: Spez. Gewicht: 0,510, Grüngewicht: 1055,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,600, Lufttrockengewicht: 639,6 kg je 1 cbm.

Inhaltstoffe: Holzparenchymzellen des Frühholzes sind mit Stärke, Tannin und Kalziumoxalatkristallen erfüllt.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

b) *Quercus coccinea* Wang.

Botanische Synonyme: *Qu rubra* var. Linné, *Qu. coccinea* Muenchh. (Sudworth).

Nomenklatur: »Scarlet oak«, »Red oak«, »Black oak«, »Spanish oak«, »Chêne écarlate«.

Heimat: Nordamerika (Maine, New Hampshire, Vermont, mittleres New York, Süd-Ontario, mittleres Michigan, Minnesota, Nebraska, Kolumbia, Nord-Illinois, Alleghany-Gebirge bis Nord-Karolina und östliches Tennessee, Kanada (hier nur bis 15 m hoch).

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße bilden einen deutlichen 3—5 Reihen tiefen Ring. Sie sind entweder rund, elliptisch oder oval, 0,2—0,4 mm diam., an Größe allmählich im Spätholz abnehmend. Spätholzgefäße in einzelnen, mehr oder weniger unregelmäßigen Radialreihen angeordnet. Gefäßwände sehr dick, durchschnittlich 0,05 mm diam. Kleine Gefäße in 2—4 deutlichen Radialreihen zwischen den großen Markstrahlen. Holzfasern fehlen meist im Frühholz. Im Späthol bilden sie eine rechtwinklige Gruppe zwischen den radialen Linien der kleinen Gefäße und den tangentialen Holzparenchymbändern, sind durchschnittlich 1,49 mm (selten bis 2,08 mm) lang und im Spätholz in zahlreichen Tangentialbändern verlaufend, 5—15 solcher Reihen innerhalb eines Jahresringes von Durchschnittsbreite. Die großen Markstrahlen etwa 20 Zellen breit, 3—4 mal so hoch. Die kleinen Markstrahlen nur eine Zelle breit und mehrere bis 12 oder 15 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, zähe, in seinen allgemeinen Eigenschaften der »Yellow oak« (*Qu. velutina* Lam.) ähnlich.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,740, Bruchkoeffizient der Transversalfestigkeit: 1,054 kg je cbm.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen, speziell in der Böttcherei, Stuhlfabrikation und Innenausbau verarbeitet.

Bemerkung: Im geschnittenen Zustande wird dieses Holz meist als »Red oak« gehandelt.

c) *Quercus palustris* Muenchh.

Botanische Synonyme: *Qu. palustris* Duroi., *Qu. rubra dissecta* Lam., *Qu. rubra ramosissima* Marsh.

Nomenklatur: »Sumpfscharlacheiche«, »Nadeleiche«, »Spießeiche«, »Pin oak«, »Swamp Spanish oak«, »Water oak«, »Swamp oak«, »Water Spanish oak«, »Chêne de marais«.

Heimat: Raschwüchsiger, bis 36 m hoher Baum Nordamerikas (Massachusetts, Missouri, Virginien, Kentucky, Arkansas, Indianerterritorium, Kanada (hier nur bis 18 m hoch).

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelbraun mit rotem Ton, Splint etwas heller, zuweilen auch etwas dunkler in der Färbung als das Kernholz. Jahresringverlauf deutlich. Markstrahlen zahlreich und deutlich. (Vgl. den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße in ziemlich kleinen Gruppen zwischen den großen Markstrahlen, 6—12 fast runde Gefäße in jeder Gruppe, 0,15—0,25 mm diam. Die kleinen Spätholzgefäße in ziemlich unregelmäßigen, unterbrochenen Radialreihen, die im mittleren Teile des Spätholzes entstehen und sich nach der Peripherie des Jahresringes hin erstrecken. Meist 3, seltener 5—7 radiale Reihen kleiner Gefäße zwischen den großen Markstrahlen. Holzfasern im Frühholz sehr spärlich, im Spätholz die Hauptmasse bildend, 1,35 mm lang, 0,018 mm breit, dünnwandig. Holzparenchym im Früh- und Spätholz reichlich, in letzterem in zahlreichen, deutlichen, schmalen Bändern angeordnet. Die großen Markstrahlen 0,25—0,5 mm breit, 7—15 mm hoch, 2—3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen zahlreich, nur eine Zelle breit und 10—20 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, zäh, grobfaserig.

Verwendung: Im allgemeinen im Freien oder im Boden nicht besonders dauerhaft, jedoch stellenweise für Eisenbahnschwellen zu gebrauchen. Das ast- und rißfreie Holz dient für Inneneinrichtungen, zur Möbelfabrikation; billiges Bauholz und Konstruktionsholz, für billige Böttcherwaren, zu Schindeln und kleineren Faßdauben verwandt.

Bemerkung: »Pin oak« ist von »Red oak« (*Qu. rubra* L.) schwer zu unterscheiden. Erstere hat weniger zahlreiche Gefäße, die häufig beträchtlich kleiner sind als die der »Red oak«.

d) *Quercus rubra* L.

Botanisches Synonym: *Qu. coccinea rubra* Spach.

Nomenklatur: »Roteiche«, »Red oak«, »Black oak«, »Spanish oak«, »Chêne rouge«.

Heimat: Bis 38 m hoher, je nach dem Standorte rasch- oder langsamwüchsiger Baum Nordamerikas (Kanada, hier erreicht der Baum nur eine Höhe von 21 m, Neuschottland, Georgiabai, Ontario, Nordküste des Huronsees, Ostküste des Oberen Sees, Tennessee, Virginia, längs des Appalachischen Gebirges bis Nord-Georgia, Nebraska, Mittelkansas). Mit Erfolg in Deutschland angebaut.

Holzcharakteristik: Kernholz hellrot bis leicht braun, Splint heller gefärbt, dünn. Deutlicher Jahresringverlauf. Die großen »Spiegel« treten besonders bei radial geschnittenen Blöcken auf. Je nach den Standortbedingungen ist das Holz sehr veränderlich. (Vgl. auch den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«).

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße gewöhnlich in 3—5 Reihen, rund oder elliptisch, etwa 0,25 mm diam. Die kleinen Holzgefäße dickwandig, zu 3—6 in Radialreihen, welche sich über die Breite der Jahresringe erstrecken. Die Größe der Gefäße verringert sich allmählich vom Frühzum Spätholz (Unterschied zwischen »Red oak« und »White oak«). Die kleinen Spätholzgefäße durchschnittlich 0,08 mm diam. Holzfasern bilden die Hauptmasse des Spätholzes, dickwandig, mäßig großlumig, durchschnittlich 1,19 mm lang, 0.018 mm breit. Holzparenchym ist ziemlich unregelmäßig durch die Jahresringe zerstreut und bettet große und kleine Gefäße ein, im Spätholz in schmalen, tangentialen Bändern. Die großen Markstrahlen 1—3 mm voneinander entfernt, die kleinen sehr zahlreich, gewöhnlich eine Zelle breit.

Beschaffenheit: Hart, schwer, mäßig fest, dichtfaserig, leicht zu bearbeiten und zu spalten, wirft sich beim Trockenen, gut zu leimen (man soll zweckmäßig Kern- mit Kernholz und Splint- mit Splintholz verbinden). Brennwert gut, dieser entspricht fast dem des Rotbuchenholzes. Im Freien und im Boden nicht besonders dauerhaft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,560, Grüngewicht: 1023,3 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,630, Lufttrockengewicht: 703,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Für Innenausbau, Möbelfabrikation, allgemeine Konstruktionen, imprägniert zu Eisenbahnschwellen und Schindeln, für Tischlerei, Wagnerei, kleinere Faßdauben (nicht für Flüssigkeitsgefäße, wegen der großen Porösität) verwandt.

Bemerkung: 1. Die »Roteiche« dürfte um 1735 nach Deutschland eingeführt worden sein (72). Über die Anbauversuche in Deutschland siehe (73, 74).

2. Das Holz der »Roteiche« zeigt sehr häufig Kernrisse bis zu 9 m stammaufwärts: das Holz alter Bäume ist stark wurmstichig.

3. Ältere Literaturangaben (75, 1) bezeichnen die Qualität des »Roteichenholzes« als ungünstig. Spätere Literaturangaben (76, 1) beurteilen das Holz günstiger und wertvoller als Hölzer zweiter Ordnung.

4. Eingehende chemische und anatomische Untersuchungen darüber, weshalb das Roteichenholz schlechter ist, als das Holz der Wassereichen, stellte Eichhorn (77) unter Beziehungnahme auf Hartigs Arbeit über die Spessarteichen (78) an.

5. Die Verkernung des Eichenholzes ist nach Hartig (79) das Ergebnis einer Umwandlung und Einlagerung von Stoffen im Holz. Die Stoffumwandlung erfolgt in den verkernenden Splintringen infolge Auflösung der eingelagerten Stärke in Zucker, der den die Gefäße umgebenden Parenchymzellen zum Wachstum dient, die durch die Gefäßtüpfel hindurchwachsend, die Bildung der sogenannten »Füllzellen« oder »Thyllen« veranlassen, wodurch das Kernholz die Wasserleitungsfähigkeit einbüßt.

e) *Quercus texana* Buckl. (Abart von *Quercus rubra* L.)

Nomenklatur: »Südliche Roteiche«, »Texan oak«, »Red oak«, »Spotted oak«, »Spanish oak«.

Heimat: Großer, bis 52,5 m hoher, raschwüchsiger Baum Nordamerikas (Iowa, Illinois, Indiana, Westkentucky, Tennessee, Florida, Missouri, Arkansas, Louisiana, Texas).

Holzcharakteristik: Kernholz rötlichbraun, Splint hell, mitunter gelblich getönt. Das Holz gleicht im Aussehen dem von *Qu. rubra* L. (Vgl. den Abschnitt »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße zahlreich, meist 3—5 reihig und bis tangential zusammengedrückt, 0,15—0,3 mm diam., in der Größe wenig zwischen denen der inneren und äußeren Reihen wechselnd. Spätholzgefäße plötzlich kleiner werdend, sehr dickwandig, weniger als ein Drittel so breit wie die des Frühholzes Sie sind in 2—4 einzelnen oder doppelten Radialreihen angeordnet, welche sich bis zur Peripherie des Jahresringes hin erstrecken. Holzfasern fast nur im Spätholz. In diesem bilden sie dichte Massen zwischen den Radialreihen der kleineren Gefäße. Sie sind durchschnittlich 1,37 mm lang und 0.023 mm breit, dickwandig und englumig. Holzparenchym im Frühholz reichlich, in zahlreichen unregelmäßigen, unterbrochenen tangentialen, die Gefäße umgebenden Bändern. In den Zellen sehr zahlreiche Kalziumoxalatkristalle. Die großen Markstrahlen 20—30 Zellen breit, 3—4 mal so hoch, etwa 3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen deutlich, meist eine Zelle breit, 5—18 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, dichtfaserig, mäßig zäh, im Boden nicht dauerhaft, schwer zu trocknen, ohne daß sich das Holz wirft.

Verwendung: Zur Möbelfabrikation und zum Innenausbau, sowie zu gewöhnlichen Konstruktionszwecken verwendbar.

f) *Quercus velutina* Lam. (nicht Sargent, Lindley).

Botanische Synonyme: *Qu tinctoria* Bart., *Qu. nigra* Marsh. (nicht Lin.), *Qu. discolor* Ait. (nicht Willd.), *Qu. coccinea tinctoria* A. Grey, *Qu. marilandica*. hort.

Nomenklatur: »Färbereiche«, »Yellow oak«, »Black oak«, »Quercitron oak«, »Tanbark oak«, »Yellow barked oak«, »Spotted oak«, »Yellow bark«, »Dyer's oak«, »Chêne noir«. — Im Holzhandel läuft dieses Holz meist unter dem Namen »Black oak«.

Heimat: Nicht häufiger, langsamwüchsiger, 37,5 m hoch werdender Baum Nordamerikas (Kanada, hier wird der Baum nur bis 21 m hoch, Maine, Vermont, Ontario, Minnesota, Florida, Kansas, Indianerterritorium, Texas).

Holzcharakteristik: Kernholz rötlichbraun, mit gelblichem Ton, Splint schmal, meist weiß. Früh- und Spätholz sind deutlich unterschieden. Der Jahresringverlauf eng und wellenförmig. Die zahlreichen Markstrahlen sind dünn und für eine Eiche verhältnismäßig undeutlich. (Vgl. auch den Abschnitt: »Einteilung der wichtigeren Eichen«.)

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 3—5-reihig, elliptisch, 0,2—0,5 mm im tangentialen und 0,3—0,7 mm im radialen Durchmesser. Die Spätholzgefäße verringern ihre Größe, sind etwa 0,6 mm weit und bilden einzelne unregelmäßige radiale Reihen. Die letzteren erreichen hie und da nicht die Jahresringperipherie. Holzfasern bilden die Grundmasse des Spätholzes, meist 1,3 mm lang, 0,022 mm weit. Holzparenchym im Spätholz reichlich, in konzentrischen Linien um die großen und kleinen Gefäße angeordnet, auf Radialschnitten deutlich als ununterbrochene, parallele Linien erkennbar. Sie sind auch in zahlreichen, einzeln unterbrochenen, tangentialen Bändern oder in isolierten Gruppen angeordnet, welche auf Querschnitten nicht deutlich sind. Die großen Markstrahlen 20—40 Zellen breit. 2—4 mal so hoch, durchschnittlich 3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen bestehen aus 1—3 Zellen, sind selten mehr als eine Zelle breit und 3—18 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Mäßig hart, schwer, sehr fest, ziemlich grob- aber geradfaserig, nicht dauerhaft im Boden. (Das Holz ist dauerhafter als »Roteichen-

holz«, aber nicht so dauerhaft wie das Holz der »Weißeiche«.) Beim Trockenen neigt es zum Werfen.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,560. Grüngewicht: 1007,3 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,610. Lufttrockengewicht: 671,6 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu allen Zwecken wie »Red oak«.

Cc. Die immergrünen Eichen.

Von den »Weißeichen« und »Schwarzeichen« bzw. »Roteichen« unterscheiden sich die »Immergrünen Eichen« durch das Fehlen großer Gefäße im Frühjahrsholz. Es fehlt auch der Gefäßkreis, mit dem der Jahresring der winterkahlen Eichen beginnt.

Im allgemeinen sind die »Immergrünen Eichenhölzer« sehr schwer, mit über 0,850 spez. Trockengewicht, ihr Kern ist schwach gefärbt, das Holz besitzt hohe Brennkraft und Härte, hat geringe Dauer und Elastizität und ist nur von geringem Wert.

Wichtigere Arten der immergrünen Eichen: *Qu. acuta* Thunbg., *Qu. agrifolia* Née, *Qu. chrysolopis* Liebm., *Qu. Douglasii* Hook et Arn., *Qu. ilex* L. *Qu. suber* L., *Qu. virens* Ait., *Qu. Wisliceni* A. H.

a) *Quercus agrifolia* Née.

Botanische Synonyme: *Qu acroglandis* Kell., *Qu. oxyadenia* Torr., *Qu. berberidifolia* Liebm.

Nomenklatur: »Kalifornische Steineiche«, »Stecheiche«, »California live oak«, »Coast live oak«, »Encina« »Evergreen oak«.

Heimat: Sehr langsamwüchsiger kleiner Baum Kaliforniens.

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun mit rotem Ton, Splint etwa dunkler gefärbt, schmal (458).

Anatomische Holzcharakteristik: Früh- und Spätholz wenig unterschieden. Gefäße in 2—3 Radialreihen zwischen den großen Markstrahlen. Das Fehlen deutlicher tangentialer Gefäßreihen erschwert die ziffernmäßige Angabe über die Wachstumsverhältnisse. Die zu Beginn der Wachstumsperiode gebildeten Gefäße sind gewöhnlich größer als die später gebildeten. Zuweilen sind die Gefäße in der Mitte der Jahresringe größer als die in der Nähe der inneren Grenzlinie. Große Gefäße 0,15—0,25 mm diam., die in der Nähe der Peripherie des Jahresringes ungefähr halb so groß und gewöhnlich rund, zuweilen leicht radial gestreckt. Holzfasern durchschnittlich 1,34 mm lang, äußerst dickwandig, sehr englumig, durch die ganze Jahresringbreite regelmäßig verteilt. Holzparenchym im Frühholz, hauptsächlich in der Umgebung der Gefäße. Nahe der Peripherie der Jahresringe in zahlreichen, unregelmäßigen Tangentialbändern. Von allen Eichen enthält die »Kalifornische Steineiche« die größte Masse Holzparenchym. Zahlreiche Kalziumoxalatkristalle. Die großen Markstrahlen 15—30 Zellen breit, 3—4 mal so hoch, 3—6 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen äußerst zahlreich, mit ungewöhnlich großen Zellen.

Beschaffenheit: Hart, schwer, dichtfaserig, ziemlich brüchig.

Verwendung: Ähnlich der des Holzes der übrigen Eichen.

b) *Quercus chrysolepis* Liebm.

Botanische Synonyme: *Qu. fulvescens* Kellogg; *Qu. crassipocula* Torrey.

Nomenklatur: »Großfrucht-Lebenseiche«, »Goldschuppige Eiche«, »Canyon oak«, »Canyon live oak«, »Live oak«, »Maul oak«, »Iron oak«, »Valparaiso oak«, »Black live oak«, »Golden-cup oak«, »Hickory oak«.

Heimat: Bis 50 m hoher Baum Nordamerikas (Oregon, Kalifornien, westliche Hänge der Sierra Nevada, San Jacinto, Niederkalifornien, Arizona, Neumexiko, Mexiko).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun mit zuweilen rötlichem Ton. Splintholz mitunter dunkler gefärbt und gewöhnlich sehr dick.

Anatomische Holzcharakteristik: Die Gruppierung der Gefäße entspricht ungefähr der der »Kalifornischen Steineichen« (*Qu. agrifolia* Née), nur daß sie, besonders die kleinen Gefäße in der Nähe der Peripherie des Jahresringes weniger zahlreich sind. Gefäße gewöhnlich rund, 0,08—0,2 mm diam. Die Wände der kleinen Gefäße sehr dick, ihre Höhlung eng. Holzfasern gleichförmig durch

die Jahresringe verteilt, durchschnittlich 1,2 mm lang, 0,2 mm weit. Holzparenchym unregelmäßig zwischen den Holzfasern zerstreut, in der Nähe der Peripherie der Jahresringe in kurzen, gewöhnlich einzellbreiten Tangentialbändern angeordnet. Die großen Markstrahlen 20—35 Zellen breit, 2—4mal so hoch, 0,3 bis 0,8 mm voneinander entfernt.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, fest, im Boden nicht dauerhaft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,700. Grüngewicht: 1135,2 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,820. Lufttrockengewicht: 863,4 kg je 1 cbm.

Verwendung: Besonders für Waggonbau und landwirtschaftliche Geräte verarbeitet.

c) *Quercus Douglasii* Hook et Arn.

Nomenklatur: »California rock oak«, »Mountain white oak«, »Rock oak«, »Blue oak«.

Heimat: Nordamerika (Kalifornien, Westhänge der Sierra Nevada, Tehachapi-Paß, an der Grenze der Mohavewüste).

Holzcharakteristik: Kernholz dunkelbraun, zuweilen fast schwarz (wenn es der Luft ausgesetzt wird). Splintholz viel heller, ziemlich dick.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,05—0.25 mm diam.; einzelne erstrecken sich oft über die ganze Breite der Jahresringe, in Holzparenchym eingebettet, sehr dickwandig, besonders die kleinen Gefäße des Spätholzes. Holzfasern hier und da zerstreut, regelmäßig nur in der Nähe der Peripherie der breiten Jahresringe, 0,96—1,38 mm lang (durchschnittlich 1,13 mm lang). Holzparenchym gleichförmig verteilt, besonders in der Umgebung der Gefäße, mit zahlreichen Kalziumoxalatkristallen. Die großen Markstrahlen sehr zahlreich, 15—35 Zellen breit, 2—4mal so hoch, von sehr unregelmäßigem Verlauf infolge der kleinen Gefäße, denen sie ausbiegen.

Beschaffenheit: Mäßig hart, schwer, grobfaserig, oft sehr brüchig, im Boden nicht dauerhaft.

Verwendung: Ähnlich dem Holz der übrigen Eichen.

d) *Quercus ilex* L.

Botanisches Synonym: *Qu. gramuntia* L.

Nomenklatur: »Europäische Lebenseiche«, »Steineiche«, »Stecheiche«, »Chêne yeuse«, »Chêne vert«, »Chêne éousé«, »Holm oak«, »Queriche«, »Encina-Holz«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum der Mittelmeerländer und des Orients. Nördlich bis Riva (Gardasee) und Triest. Auf der Insel Arbe Bestände bildend. In Strauchform (infolge Viehverbisses) in Istrien und Dalmatien, Algier.

Holzcharakteristik: Kern und Splint nicht voneinander verschieden, zerstreutporig. Jahresringgrenzen treten kaum in Erscheinung. Die breiten Markstrahlen sind nicht sehr deutlich, häufiger von schmalen Holzsträngen durchsetzt, so daß sie im Lupenbilde wie »Scheinstrahlen« erscheinen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße zerstreut, ziemlich gleichmäßig, sehr fein, 0,048—0,160 mm weit; Gefäßwände dick (bis 5 μ). Markstrahlen zahlreich, sehr ungleich, die großen äußerst dicht. Holzparenchym ziemlich weitzellig, durchschnittlich 30 μ, in dünnen, sehr zahlreichen, konzentrischen Linien verlaufend. Sonst wie die übrigen Eichenhölzer.

Beschaffenheit: Sehr schwer, sehr dicht, hart, sehr fest und dauerhaft, elastisch. Das Holz neigt zum Reißen, wenn es nach ein- bis zweijährigem Lagern im Wasser nicht sehr vorsichtig getrocknet wird. Schwer zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: bis 1,140.

Verwendung: Gutes Nutzholz, welches in gemaserten Wurzelstücken für die Möbeltischlerei wertvoll ist. Geschätztes Brenn- und Kohlholz.

Bemerkung: Das Holz der gleichfalls in den Mittelmeerländern einheimischen, meist strauchförmigen »Kermeseiche« stimmt im inneren Bau und in seinen technischen Eigenschaften mit der »Steineiche« überein (5, 16).

e) *Quercus suber* L.

Botanisches Synonym: *Qu. ilex* var. *suber* Péreng.

Nomenklatur: »Korkeiche«, »Suro«,

»Sioure«, »Surior«, »Sur«, »Alcornoque«, »Cork oak«.

Heimat: Gewöhnlich bis 12 m, selten bis 30 m hoher Baum der westlichen Mittelmeerländer (Südfrankreich, Spanien, Sardinien, Unteritalien, Dalmatien, vereinzelt bis Istrien, in Griechenland selten, Marokko, Tunis, Algerien, Balearen). Siehe Schlußbemerkung.

Holzcharakteristik: Holz im Alter tiefbraun bis pechschwarz, ringporig, sonst dem von *Qu. ilex* L. und *Qu. coccifera* L. sehr ähnlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Von den anderen immergrünen Eichen wenig unterschieden.

Beschaffenheit: Das Holz steht in Härte, Dichte und Schwere den Hölzern der *Qu. ilex* L. und *Qu. coccifera* L. nahe. Es ist zäh, schwer zu sägen und zu bearbeiten und wirft sich leicht bei Witterungswechsel. Das Holz ist im allgemeinen kleindimensioniert.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,787 bis 1,580.

Verwendung: In Algier viel zur Tischlerei, beim Wagenbau, zum Schiffsbau, für Unterwasserarbeiten, als Kohlen- und Brennholz benutzt.

Bemerkung: In Istrien und Dalmatien soll die »Echte Korkeiche« fehlen und durch *Qu. pseudosuber* Santi ersetzt werden. Diese kommt meist nur eingesprengt vor, ist auch klein, bildet aber bis 5 cm dicke Korklagen aus (80).

f) *Quercus virens* Ait.

Botanische Synonyme: *Qu. virginiana* Mill., *Qu. sempervirens* Walt., *Qu. phellos* var. L., *Qu. oleoides* Cham. et Schlecht.

Nomenklatur: »Florida-Lebenseiche«, »Live oak«, »Chêne vert«.

Heimat: Sehr langsamwüchsiger, bis 18 m hoher Baum Mittel- und Nordamerikas (Virginien bis nach Florida und den Küsteninseln, längs der Golfküste bis Texas. Im Inneren bis Red River, Apachen- und Guadelupe-Gebirge. Niederkalifornien, südliches Mexiko, Kuba).

Holzcharakteristik: Kernholz hellbraun und gelblich getont. Splint rahmfarben bis fast weiß, sehr schmal. Jahresringe mäßig breit und unregelmäßig. Faserverlauf mitunter drehwüchsig.

Anatomische Holzcharakteristik: Früh- und Spätholzgefäße rund, 0,1—0,25 mm diam. Radialreihen kleiner Gefäße fehlen. Gefäßwände sehr dick, besonders in der Nähe der Peripherie der Jahresringe. Holzfasern gleichförmig verteilt, 0,83—1,79 mm lang, etwa 0,139 mm diam., sehr dickwandig und englumig (später ist das Holz besonders hart und zähe). Am äußeren Rande jedes Jahresringes 2—3 lange Holzfasern, die radial stark abgeflacht sind. Holzparenchym in konzentrischen Bändern, rings um die größeren Gefäße, aber auch im Spätholz in unregelmäßigen und undeutlichen Tangentialbändern. Die Anzahl dieser Bänder wechselt mit der Breite der Jahresringe, durchschnittlich 10 solcher Bänder auf je 1 mm in radialer Richtung. Die großen Markstrahlen 25—50 Zellen breit, 2—4 mal so hoch, 1—3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen selten mehr als eine Zelle breit, wenige bis 12 oder 15 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, fest, im Boden sehr dauerhaft, schwer zu bearbeiten und zu polieren. Beim Trocknen wirft sich das Holz. Es ist säurefrei und greift deshalb Eisen nicht an.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,827—1,053.

Verwendung: Als schwerstes aller nordamerikanischen Eichenhölzer wird es wegen seiner zahlreichen starken Äste beim Schiffsbau zu Kniestücken und zu andern gekrümmten Stücken verwendet, ferner hauptsächlich als Werkholz bei Wagnerarbeiten und zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen.

g) *Quercus Wisliceni* A. D.C.

Nomenklatur: »Wislicenuseiche«, »Highland oak«, »Live oak«, »Highland live oak«.

Heimat: Nordamerika (Nordkalifornien, Santa Lucia-Gebirge, Santa Rosa- und Santa Cruz-Inseln, untere Hänge der Sierra Nevada bis zum Tjon-Paß, Niederkalifornien).

Holzcharakteristik: Kernholz hellrötlich-braun. Splint etwas hellerfarbig, dick. Ziemlich undeutliche Jahresringe, deren Grenzen nur mit stärkerer Lupe sichtbar sind. Im übrigen wie die anderen »Immergrünen Eichen«.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße in ein oder zwei ununterbrochenen Tangentialreihen, im Spätholz allmählich an Größe abnehmend. Spätholzgefäße kleiner als im Frühholz und in einfachen oder doppelten Radialreihen über die Jahresringe verlaufend. Ihre durchschnittliche Weite ist etwa halb so groß wie die der Frühholzgefäße. Zwischen den großen Markstrahlen verlaufen zwei oder drei deutliche Reihen kleinerer Gefäße. Gefäßwände sehr dick, besonders im äußeren Teile des Spätholzes. Holzfasern etwa 1,16 mm lang und 0,019 mm weit, dickwandig und äußerst englumig. Holzparenchym mehr oder minder gleichmäßig durch die Jahresringe verteilt. Tangentiale Bänder unregelmäßig und meist von Holzfasern unterbrochen. Die großen Markstrahlen etwa 30 Zellen breit, 2—3 mm voneinander entfernt. Die kleinen Markstrahlen selten mehr als eine Zelle breit und 8—12 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Hart, schwer, zäh, mäßig dichtfaserig, sehr dauerhaft im Boden.

Verwendung: Wie Eichenholz im allgemeinen.

Dd. Japanische Eichen.

Über die »Japanische Eiche« brachte Weißkopf, Direktor der Hannoverschen Waggonfabrik A.-G., anläßlich eines im Verein deutscher Maschinen-Ingenieure am 21. Januar 1913 gehaltenen Vortrags über »Harthölzer für den Eisenbahnwagenbau« sehr interessante Ausführungen, die hier wiedergegeben seien:

„Die japanische Eiche ist 1906 zuerst auf dem europäischen Markt erschienen, vorher war selbst den Fachkreisen das Vorhandensein eines guten Eichenholzes von höherem Handelswert ganz unbekannt. In den Weststaaten der Nordamerikanischen Union hatte Japan schon seit einigen Jahren Verwendung für seine Eichen gefunden, indem diese jährlich einige Dampferladungen japanische Eichen importierten. Vorher hatte man in Japan aus diesem schönen Holz fast ausschließlich Eisenbahnschwellen und Holzkohlen hergestellt, für den Bedarf des eigenen Landes und Chinas. Die Japaner begannen mit den Verschiffungen nach Nordeuropäischen Häfen zunächst in Blöcken und Eisenbahnschwellen, weiterhin auch in geschnittenen Brettern. Im ganzen wurden in den Jahren 1907—1909 etwa zehn Dampferladungen mit zusammen ungefähr 60—70000 cbm japanischer Hölzer, hauptsächlich Eichen, von Japan nach dem europäischen Kontinent und England verschifft. Die ersten Verschiffungen von japanischer Eiche waren nicht von solcher Beschaffenheit, daß sie geeignet gewesen wären, die Vorzüge dieses Holzes sofort im rechten Lichte zu zeigen. Inzwischen haben sich die Japaner die nötigen Kenntnisse für die Ausnutzung und Behandlung der Eiche, vom Fällen der Stämme im Walde an bis zum sachgemäßen Trocknen der auf handelsübliche Dimensionen geschnittenen Hölzer angeeignet und die Verschiffungen der letzten Jahre haben daher ein ganz erheblich besseres Material auf den deutschen Markt gebracht.

Die japanischen Eichenblöcke werden in vierseitig behauener Form geliefert. Die primitiven Transportverhältnisse in den Produktionsgebieten gestatten nicht, die runden Blöcke in größeren Dimensionen aus den Wäldern zu schaffen, wenn die Produktion lohnend sein soll. Diese Transportschwierigkeiten sind auch die Ursache, daß einstweilen die Stämme nur in Längen von höchstens 6 m geliefert werden, und daß namentlich die stärksten Blöcke auf 2,5—3 m im Wald abgelängt werden müssen. Die Stämme werden also bereits im Walde behauen, und dadurch ist es möglich, die Auswahl so zu treffen, daß die Sendungen eine Durchschnittsstärke von nicht unter 50—55 cbm aufweisen, die einem durchschnittlichen Durchmesser der runden Stämme von 75—80 cm entsprechen. Gerade die stärksten und längsten Stücke wären rund nicht aus den Wäldern herauszubekommen. Die Nachteile, die aus der beschlagenen Form der Blöcke sich ergeben und die nur darin bestehen, daß die Blöcke bei längerer Lagerung an den Seiten mehr reißen als runde Stämme, werden durch die Vorteile dieser Verarbeitung mehr als ausgeglichen. Es ist dadurch möglich, die Eichen billiger zu liefern, weil durch besseres Stauen der kantigen Blöcke im Schiff ein Teil der hohen Fracht erspart wird. Der Splint ist zum größten Teil entfernt und deshalb

kann die innere Beschaffenheit weit besser beurteilt werden als bei Rundholz mit Rinde. Das Aufsägen der Blöcke stellt sich billiger. Außerdem ist das schnellere Trocknen des aus den behauenen Blöcken geschnittenen Holzes besonders hervorzuheben, das viel früher verarbeitungsfähig ist als das geschnittene Rundholz. Die Fällungszeit der japanischen Eiche fällt ausschließlich in den Winter. Es ist nur im Winter bei hohem Schnee möglich, die Stämme auf Schlitten aus den Wäldern zu schaffen. Dadurch ist die Gewähr gegeben, daß nur im Winter gefälltes japanisches Eichenholz in den Handel kommt.

Die Eichen wachsen im nördlichen Japan auf bergigem Gelände und ungefähr unter den gleichen klimatischen und Bodenverhältnissen wie unsere begehrtesten europäischen Eichen.

Die für den Export hauptsächlich in Frage kommenden japanischen Eichenarten: *Quercus glandulifera*: die »Japanische Stieleiche« und *Quercus crispula*: die »Japanische Krauseiche« sind schon botanisch den europäischen Stiel- und Traubeneichen verwandt. Sie unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von den Eichenarten, die wir von Amerika erhalten. Keine der erwähnten japanischen Eichenarten ist in Amerika heimisch, und von 25 amerikanischen Eichenarten, deren Holz im Handel ist, wächst, soweit bisher festgestellt werden konnte, keine in Japan. Die japanischen und amerikanischen Holzmuster zeigen die große Verschiedenheit im Bau und in der Farbe des Holzes.

Die Qualitäten des japanischen Holzes: feinjähriger Wuchs, schönes Aussehen, gleichmäßiges Trocknen, leichte Bearbeitung, gutes Stehen usw. stellen die japanische Eiche in die ersten Reihen mit den anerkannt besten europäischen Eichenprovenienzen.

Maschinenfabriken und Automobilfabriken, wo ganz besondere Ansprüche an die Astreinheit, besonders aber auch an die Tragfähigkeit des Holzes gestellt werden, haben in den letzten Jahren bereits viel japanische Eiche verwandt. Japan hat selbst ein großes Eisenbahnnetz und zu allen in Japan auf den Schienen rollenden Personenwagen wird, seitdem die Wagen in Japan selbst gebaut werden, japanisches Eichenholz benutzt.

In den Jahren 1910 bis 1913 sind allein nahe an 100 000 cbm japanisches Eichenmaterial in Frankreich und mindestens 40—50 000 cbm in Deutschland importiert worden.

Wie notwendig es war, eine neue Quelle zu finden, um den starken Bedarf an Eichenholz in Deutschland einigermaßen zu decken, geht daraus hervor, daß, trotzdem der Anfall im Inlande so ziemlich von Jahr zu Jahr der gleiche ist, aus Slavonien und Rußland, sowie aus Amerika, weniger aus anderen Ländern, immer größere Posten importiert werden, der Preis des Eichenholzes immer noch, trotz des sehr beträchtlichen Imports aus Japan, steigt. Mindestens zwei Drittel der slavonischen Sägeproduktion wird nach Frankreich gehandelt, in Blöcken (Bules), Feuillets, Quartiers, Friesen und dergleichen. Die Rohholzpreise für Eichen würden bedeutend steigen, wenn nicht einigermaßen der steigenden Tendenz durch den Import aus Japan Einhalt geboten würde. Trotzdem wird man auch hier gut tun, an ein nicht allzu fernes Ende der Zufuhren zu denken, und zwar besonders deshalb, weil der japanische Staat zwecks Erhaltung eines guten Waldbestandes wohl bald eine Grenze in der Ausbeutung der Eichenwälder von Japan und Korea ziehen wird."

Bezüglich der Ergebnisse von Untersuchungen über die Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Biegungsfähigkeit japanischer Eichen im Vergleich mit deutschen und slavonischen Eichen, sei auf den vorerwähnten Vortrag von Weißkopf verwiesen. Diese Broschüre bringt auch weitere Untersuchungsresultate über: »Australische Roteiche« oder »Jarrah« (*Eucalyptus marginata*), »Pitch pine«, »Bongosi« oder »Eisenholz« (*Lophira alata*), »Bang« (*Chlorophora excelsa*) oder »Afrikanische Eiche«, »Njabi« (*Mimusops djave*).

Ee. Allgemeines über den Handel der amerikanischen Eiche.

Im deutschen Holzhandel spielt das amerikanische Eichenholz eine nicht unerhebliche Rolle. In Deutschland ist die Unterscheidung zwischen »White oak« (Weißeiche) und »Red oak« (Roteiche) wenig mehr üblich und man spricht im allgemeinen lediglich von »Amerikanischer Eiche«.

Die Arten und Abarten aus sonstigen Ländern treten im Handel nicht besonders zutage, mit Ausnahme der »Japanischen Eichen«, die immer mehr für den dringend benötigten Eichenholzimport nach Europa herangezogen werden.

Qualitativ dürfte das amerikanische Eichenholz der deutschen Provenienz nachstehen. Qualitäten, wie solche des Holzes der weltbekannten Spessart-Alteichen, die in den Jahren 1919—1920 Preise bis über 10 000 M. für das cbm erlösten, dürften in Amerika schwer erhältlich sein (siehe auch unter *Quercus sessiliflora*: »Spessart-Alteichen«). Die amerikanische Eiche ist entsprechend ihrer technischen Eigenschaften nur für untergeordnete Zwecke ausreichend und nicht als Qualitätsware zu bezeichnen, die höhere Ansprüche an schönes Aussehen und gutes Verhalten während und nach der Verarbeitung zu erfüllen hat. Einer der größten Fehler des amerikanischen Eichenholzes ist der, daß es zu verschieden wächst, also nicht gleichmäßig alljährlich ansetzt. Infolgedessen steht es sehr schlecht, d. h. es verändert sich in veränderlicher Witterung außerordentlich, indem es sich wirft und äußerst ungleichmäßig eintrocknet, wodurch sich auch größtenteils weite Risse bilden.

Eine Unterscheidung der einzelnen Eichen — Herkünfte und Sorten — dürfte für den Importeur und Händler sehr schwer sein, und er ist mehr oder minder auf die Zuverlässigkeit seiner amerikanischen Ablader angewiesen. Die vier Hauptquellen für Weißeiche sind: *Quercus alba* L., *Quercus macrocarpa* Michx., *Quercus bicolor* Willd. und *Quercus lyrata* Walt. Der Export des amerikanischen Eichenholzes erfolgt größtenteils in gesägtem Zustand, ein Fünftel in Form von Stammholz und nur ein sehr geringer Teil beschlagen. Blöcke in rohem Zustand zeigen Dimensionen von 2,5—6 m Länge und 0,5—1 m Durchmesser (meist 3—4 m lang und 0,5—1 m oder 0,25—0,60 m breit). Schnittmaterial besitzt ungefähr die gleiche Länge wie die Blöcke. Die Bretter sind 6—18 engl. Zoll (15—45 cm) breit und $^1/_4$—4 Zoll (0,6—10 cm) stark. Besonders bevorzugt sind $^1/_2$, 1, $^5/_4$, $^6/_4$ und 2 Zoll. Die Länge hält gewöhnlich 10 Fuß und darüber.

Die verschiedenen Klassensortierungen des Überseehandels unterscheiden: »Firsts«, »Seconds«, »Nr. 1 Commons«, »Nr. 2 Commons«, »Nr. 3 Commons« und »Wormy culls«.

Die für die einzelnen Klassen geltenden Qualitätsbedingungen sind durch feststehende Regeln oder bestimmte Abmachungen festgelegt.

Die Schnittware wird entweder parallel geschnitten, »plain sawn«, oder als Spiegelschnitt, »quarter sawn«, auf den Markt geliefert.

Das Angebot in weißer, milder Blockware, mit zum Furnieren geeigneten Stämmen, ist meist ungenügend. Blöcke werden je Kubikmeter Bandmaß 4 mit Rindenvergütung oder 10% Abschlag gehandelt. Auch die Einfuhr von Faßdauben ist sehr bedeutend; die Faßdaubenproduktion hat mit erheblichem Materialverlust zu rechnen, da das Daubenholz zu Fastagen für alkoholhaltige Flüssigkeiten ausschließlich in radialer Richtung aus dem Stammabschnitt herausgespalten werden muß, so daß auf der breiten Seite der Dauben die Spiegel sichtbar werden, weil senkrecht auf diese Richtung die Durchlässigkeit des Holzes am geringsten ist (siehe Ernst: Fremde Nutzhölzer). Eine Ausformung mit der Säge ist nicht möglich; zur Verringerung des Materialverlustes ist an die Stelle des früher üblichen Aushauens die Faßdauben-Biegmaschine getreten. Amerikanisches Eichenholz für Parkettfabrikation, für welche Zwecke fehlerfreie, milde, engringige Parkettstäbe erforderlich sind, ist gegenüber der deutschen Eiche minderwertig. Für den Schiffsbau hat die Verwendung abgenommen; für Bautischlerei, wie zur Herstellung von Türen, Treppenstufen, Fensterrahmen, Wand-, Deckentäfelung, ferner bei der Möbelfabrikation, Waggonbauindustrie ständig zugenommen. Die jetzigen hohen Preise werden aber die bisherige Verwendung bedeutend einschränken, wenn nicht gänzlich unmöglich machen; auch der ständige Rückgang der in Amerika für den Export in Frage kommenden Eichenbestände, die allerorts gestiegenen hohen Produktionskosten und Frachtraten und der in Amerika selbst vorhandene außerordentlich große Bedarf wird die amerikanische Eiche über kurz

oder lang von den europäischen Märkten verschwinden lassen.

Die Einfuhr amerikanischen Eichenholzes über Hamburg allein soll an Block- und Schnittware im Jahre 1911 etwa 16 000 cbm betragen haben und schätzungsweise eben so viel nach dem übrigen Deutschland.

48. Ulmenholz.

Die »Ulmenhölzer« oder »Rustenhölzer« stammen von etwa 16 Arten der Gattung

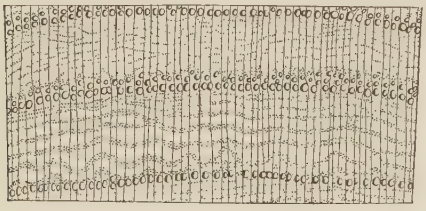


Abb. 76.
Querschnittsansicht des Ulmenholzes.
Vergr. 3/1. (Nach R. Hartig.)

Ulmus (Fam. Ulmaceae), welche in den gemäßigten Zonen der nördlichen Erdhalbkugel sowie in den Gebirgen des tropischen Asiens wachsen. Alle diese Hölzer zeigen sowohl in ihrem makroskopischen wie mikroskopischen Charakter große Gleichförmigkeit, so daß sie schwer voneinander zu unterscheiden sind. Es soll deshalb im folgenden eine allgemeine, allumfassende Ulmenholzcharakteristik gegeben und bei den einzelnen Arten sollen, getrennt nach europäischen, asiatischen und amerikanischen Ulmen, die Unterscheidungsmerkmale, soweit solche überhaupt vorhanden sind, hervorgehoben werden.

Allgemeine Charakteristik des Ulmenholzes.

Holzcharakteristik: Splintholz frischgeschnitten gelblich, ziemlich breit, 10—20 Jahresringe umfassend, ins bräunliche oder rötliche nachdunkelnd. Kernholz hellbraun bis schokoladebraun, zuweilen infolge der mit kristallinischem Kalziumkarbonat erfüllten Gefäße weißlich punktiert oder gestreift. Hirnflächenschnitt: das Frühholz enthält größere Gefäße (Ringporen) als das Spätholz, diese zahlreich und zu 1—2 radial angeordnet, daher deutliche Jahresgrenzen. In dem dunkleren Spätholz sind die Gefäße zu Punktreihen geordnet, die von hellem Holzparenchym umsäumt, in meist wellenförmigen, zuweilen unterbrochenen Querstreifchen verlaufen (Abbildung 76). Markstrahlen sind kaum sichtbar und immer schmaler als die Gefäße. Radialer Längsschnitt: Markstrahlen als glänzende, hellbraune, kurze Bänder oder kleine Flecken zwischen der helleren, schwach glänzenden Grundmasse. Jahresgrenze durch die angeschnittenen Gefäße schwach glänzend. Die wellenförmigen Querlinien erscheinen als feine, gleichlaufende Linien. Tangentialer Längsschnitt: Gefäße aufgeschnitten von wechselnder Länge, grobe Längsfurchen bildend. Markstrahlen als sehr feine, kurze dunkle Striche kenntlich. Die Gefäße und Holzparenchymlinien des Spätholzes treten deutlich als feine, gleichlaufende Zickzacklinien von dunklerer Färbung als die Umgebung hervor. Oft zierlicher Flader infolge der glänzenden Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,17): Gefäße des Frühholzes 0,13—0,34 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und meist spaltenförmigen Hoftüpfeln. Die Poren benachbarter Hoftüpfel weiter Gefäße vereinigen sich mitunter zu langen Querspalten. In den Gefäßen oft dünnwandige Thyllen. Holzparenchym begleitet die Gefäße, verläuft ein- bis dreireihig und ist nicht selten mit Gruppen enger Gefäße untermengt, die stellenweise den Jahresring beginnen. Enge Gefäße nur 0,02 bis 0,12 mm weit, ebenfalls mit einfach durchbrochenen Gliedern, rundporigen Hoftüpfeln und Schraubenleistchen, in den Querzonen von gleichgestalteten, auch in der Spätholzgrenze vorkommenden Tracheiden und von Holzparenchym begleitet. Markstrahlen meist 3—6 Zellen (0,04—0,08 mm) breit und 15—20 Zellen (0,20—0,70 mm) hoch, einzelne kleinere auch nur ein- bis zweischichtig. Markstrahlzellen derbwandig, nur 8—12 μ hoch, bis 150 μ lang; die Endzellen nicht oder kaum größer als die übrigen. Holzfasern bilden die Grundmasse, derb- bis dickwandig, einfach getüpfelt, häufig mit Gallertschicht, im Querschnitte erscheinen sie von ungleicher Größe.

Inhaltstoffe: Gelb- bis rotbrauner Inhalt häufig im Holzparenchym und in den Markstrahlen des Kernholzes. Die Wände der Kernholzfasern meist gebräunt.

Aa. Europäisch-asiatische Ulmenhölzer.

a) *Ulmus campestris* Spach.

Botanische Synonyme: *Ulmus glabra* Miller, *Ulmus nitens* Moench, *Ulmus corylifolia* = *tiliaefolia* Host., *Ulmus carpinifolia* Lindl., *Ulmus suberosa* var. *laevis* Hook et Arn.

Nomenklatur: »Feldulme«, »Gemeine Ulme«, »Rotulme«, »Rusche«, »Rotrüster«, »Glattrüster«.

Heimat: Bis 48 m hoher Baum der mittleren Gegenden Europas, bis südliches Schweden und Norwegen und südlich der Alpen, Nordafrika und Asien (Indien).

Holzcharakteristik (5, 17): Ringporiges Holz mit lebhaft schokoladebraunem oder rötlichbraunem Kern, der meist den größeren Teil des Stammes einnimmt. Splint gelblich, schmal. Markstrahlen mit bloßem Auge nicht erkennbar. Im Spätholze zahlreiche, feine, unterbrochene Wellenlinien, aus einfachen Reihen enger Gefäße bestehend. Diese welligen Querstreifchen des Hirnflächenschnittes sind gewöhnlich schmaler oder doch nicht breiter als die sie trennenden dunkleren Zonen der Grundmasse, häufig auch schmaler als der Durchmesser der Ringporen. Die Hauptmasse des Holzes besteht aus dickeren Holzfasern.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 17): Gefäße meist 0,04 bis 0,06 mm weit, in den Querstreifen gewöhnlich 2—3 reihig, stellenweise auch mehrreihig oder einreihig; diese selbst schmaler als die sie trennenden, oft doppelt so breiten Zonen der Grundmasse.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, schwer, fest, glänzend, grob- und langfaserig, elastisch, sehr schwerspaltig, dauerhaft, gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,74, Grüngewicht: 730 bis 1180 kg je 1 cbm, im Mittel: 950 kg.

Verwendung: Sehr beliebtes und wertvolles Holz im Maschinen- und Waggonbau, besonders zu Pechstempeln, Pumpenstöcken, Wagengestellen, Schiffseinrichtungen Kanonenlafetten, Gewehrschäften usw. verarbeitet, auch bei Wasserbauten, Wasserrädern und dergleichen. In der Möbelindustrie ist die Verarbeitung ungefähr gleich der des Eichenholzes. Das beim Polieren prachtvoll werdende Ulmenmaserholz ist ein wertvolles Füllungsholz. Große ganze Stücke Ulmenfaser stehen hoch im Preise. Aus dem Maserholz werden Pfeifenköpfe verfertigt. Die Holzasche liefert die beste Pottasche und zeichnet sich durch hohen Gehalt an Kalziumkarbonat (77,3%) aus.

Bemerkung: Das französische »Ulmenmaserholz« ist von besonders feiner Struktur. Die amerikanischen Ulmenhölzer gelten als weniger gut und nicht so gut polierfähig wie die drei deutschen Arten.

b) *Ulmus effusa* Willd.

Botanische Synonyme: *Ulmus laevis* Pallas, *Ulmus pedunculata* Fougeroux, *Ulmus ciliata* Ehrh., *Ulmus octandra* Schkuhr, *Ulmus racemosa* Borkh., nicht Thomas.

Nomenklatur: »Flatterulme«, »Bastulme«, »Weißrüster«.

Heimat: Raschwüchsiger Baum Mitteleuropas, bis zum Orient verbreitet. Auf den südlichen Halbinseln, sowie in Großbritannien und Skandinavien fehlt der Baum.

Holzcharakteristik (5, 17): Kernholz sehr hell braun, etwa ein Drittel des Stammdurchmessers einnehmend. Splint gelblich, verhältnismäßig breit, in frischem Zustande von gelblichweißer Farbe (daher »Weißrüster«). Die hellen Querstreifchen der Hirnfläche gewöhnlich nur schwach gewellt und breiter als die trennenden, dunkleren Zonen der Grundmasse und des Durchmessers der häufig nur einreihigen Ringporen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gleich *Ulmus campestris* Spach. Aber Gefäße häufig 0,05—0,08 und mehr Millimeter breit, in den einzelnen Querzonen oft 4—5 reihig, letztere meist breiter als die sie trennenden Schichten der Grundmasse.

Beschaffenheit: Weniger dicht, aber schwererspaltig als das Holz von

Ulmus campestris Spach. Sehr grobes Holz, langfaserig, glänzend, hart, biegsam, schwach elastisch. Weniger gut und dauerhaft als das Holz von *Ulmus campestris* Spach.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,660 (im Mittel).

Verwendung: Besonders in der Wagnerei verarbeitet. Im allgemeinen wie *Ulmus campestris* Spach.

Bemerkung: Das Holz ist das am wenigsten geschätzte der Ulmenhölzer.

c) *Ulmus montana* Withering.

Botanische Synonyme: *Ulmus scabra* Willer, *Ulmus excelsa* Borkh., *Ulmus montana* Smith, *Ulmus major* Smith, *Ulmus nigra* Leddiges, *Ulmus scabra*, Unterarten *montana* und *major* Dippel.

Nomenklatur: »Bergulme«, »Haselulme«, »Weißulme«, fälschlich auch »Weißrüster«.

Heimat: Bis 36 m hoher Baum der nördlichen Hälfte Europas, von Schottland und südlichem Schweden und Norwegen, sowie vom nördlichen Rußland bis zu den südlichen Alpen und Karpathen. Östlich bis zum Amurgebiet.

Holzcharakteristik: Dem Holz von *Ulmus campestris* Spach. äußerlich fast gleich. Splint ziemlich schmal, gelblichweiß. Reifholz fleischrot. Kernholz heller braun als das von *Ulmus campestris* Spach.

Anatomische Holzcharakteristik: Gleicht im wesentlichen der *Ulmus campestris* Spach. Nur die engen Gefäße des Spätholzes treten in zusammenhängenden, wellenförmigen, breiteren Linien auf.

Beschaffenheit: Ähnlich der von *Ulmus campestris* Spach. Sehr grob- und langfaserig, glänzend, etwas leichterspaltig, biegsam, ziemlich elastisch, fest, hart, sehr dauerhaft, mäßig schwindend. Von mittlerer Brennkraft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,690 im Mittel.

Verwendung: Wie bei *Ulmus campestris* Spach. Insbesondere Wagner- und Drechslerholz, es ist aber im allgemeinen weniger geschätzt als das Holz von *Ulmus campestris* Spach.

Technische Eigenschaften des Ulmenholzes, umfassend *Ulmus campestris* Spach, *Ulmus effusa* Willd. und *Ulmus montana* With.

Spez. Gewicht:

a) von grünem Holz (etwa 45% Wasser) im Mittel: 0,95 (nach Karmarsch), 0,935 (nach Nördlinger, König, Menke);
b) von lufttrockenem Holz (etwa 10 bis 15% Wasser) im Mittel: 0,69;
c) von gedarrtem Holz (110 °) im Mittel: 0,52.

Querschnittshärte: 9—24 (nach Büsgen).

Mittelschnittshärte: 16,5.

Längsschnittshärte: 28.

Elastizitätsgrenze parallel zur Faser (nach Krüger: »Handbuch der Baustofflehre«):

a) für Zug: 147 kg je 1 qcm;
b) für Druck: 155 kg je 1 qcm;
c) für Biegung: 156 kg je 1 qcm.

Zugfestigkeit: im Mittel 575 kg in der Faserrichtung (nach Karmarsch, Nördlinger, Mikolaschek).

Zugfestigkeit: im Mittel 35 kg quer zur Faserrichtung (nach Karmarsch, Nördlinger, Mikolaschek).

Druckfestigkeit: im Mittel 337 kg in der Faserrichtung (nach Nördlinger, Mikolaschek).

Biegungsfestigkeit: im Mittel 826 kg senkrecht auf die Faserrichtung (Nördlinger, Barlow, Ebbels, Mikolaschek, Merin, Lange).

Schub-, Scher- und Gleitfestigkeit: (nach Karmarsch, Kaeßner, Mikolaschek):

a) parallel zur Faser: 61 kg je 1 qcm;
b) senkrecht zur Faser: 269 kg je 1 qcm.

Dauerhaftigkeit:

a) im Freien geschützt: 80—100 Jahre (nach Nördlinger, Pfeil u. a.);
b) im Freien ungeschützt: 60—90 Jahre;
c) unter Wasser: 90 Jahre;
d) immer naß: 1000 Jahre (nach Mothes, Baulexikon);
e) naß und trocken abwechselnd an der Luft: 100 Jahre;
f) abgeschlossen von Luft: 180 Jahre;
g) immer trocken: 1500 Jahre.

Schwindgröße:
a) für Langholz: 0,014%—0,628%;
b) für Querholz:
in der Richtung der Spiegel: 1,2% bis 4,6%;
in der Richtung der Jahresringe: 2,7%—8,5%;
im Mittel: 4,25%.

Schwindmaß:
a) nach Nördlinger:
in der Richtung der Fasern: 0,05%;
in Richtung der Spiegel: 3,85%;
in Richtung der Jahresringe: 4,10%;
b) nach Monke:
radial trocken: 3,4%;
radial dürr: 5,9%;
achsial trocken: 0,3%;
achsial dürr: 0,1%.

Bb. Amerikanische Ulmenhölzer.

Das amerikanische Ulmenholz entstammt in der Hauptmasse 5 Ulmenarten, die unter dem Sammelnamen »Elm« in den Handelsberichten laufen und deren Holz häufig untereinander gemischt ist. Eine Trennung der einzelnen Sorten hinsichtlich ihres Anteils an der Holzindustrie ist daher so gut wie unmöglich. Anatomisch lassen sich diese Hölzer voneinander unterscheiden. Es sind:

a) *Ulmus americana* Lin.

Nomenklatur: »Amerikanische Ulme«, »White elm«, »American elm«.

Heimat: Bis 36 m hoher, sehr häufiger und weitverbreiteter Baum vom südlichen Neufundland bis zum Obern See und bis zum Ostfuß der Rocky Mountains; südlich bis Florida; westlich bis Dakota, westliches Nebraska, westliches Kansas, Indianerterritorium und Texas.

Holzcharakteristik: Im allgemeinen wie die anderen Ulmenhölzer. Kernholz rötlichbraun, Splintholz hellerfarbig, ziemlich breit. Der Jahresringverlauf ist infolge des scharf unterschiedenen Früh- und Spätholzes sehr deutlich. Markstrahlen klein und undeutlich.

Beschaffenheit: Grobfaserig, fest, schwer, hart, zäh, schwer spaltbar. Nicht sehr dauerhaft bei Verarbeitung im Boden oder bei abwechselnd trockenen und nassen Verhältnissen.

Prüfung: Grüngewicht: 831,5 kg je 1 cbm, Lufttrockengewicht: 556,6 kg je 1 cbm, Ofentrockengewicht: 527,650 kg je 1 cbm, Schwindung vom grünen zum ofentrockenen Zustande im Volumen: 14,4%, radial: 4,2%, tangential: 9,5%. Festigkeit im Verhältnis zur Eiche (= 100): 83. Spez. Lufttrockenvolumen: 0,510.

Verwendung: Zur Herstellung landwirtschaftlicher Geräte, im Wagen-, Boots- und Schiffsbau. Das Holz wird im allgemeinen überall dort verarbeitet, wo Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Reißen erwünscht ist. Schubkarrenböden, billige Möbel, leichte Böttcherwaren, Faßdauben, Faßreifen, Kisten, Bürstenrücken, Handgriffe, musikalische Instrumente, elektrische Apparate, Billardtische usw. werden aus dem Holz hergestellt (552).

Bemerkung: Der Baum ist die häufigste Ulme der Vereinigten Staaten und der »Flatterulme« ähnlich. Trotzdem das Holz von *Ulmus racemosa* Thomas und *Ulmus fulva* Michx. dauerhafter ist, ist das von *Ulmus americana* Lin. bei weitem die wichtigste Art bei der Produktion des Ulmenholzes.

b) *Ulmus fulva* Michx.

Botanische Synonyme: *Ulmus americana* Ait., *Ulmus pendula* Willd., *Ulmus rubra* Michx. fil., *Ulmus pubescens* Walt.

Nomenklatur: »Fuchsulme«, »Slippery elm«, »It slips«, »Red elm«.

Heimat: Bis 18 m hoher Baum vom unteren St. Lawrence-Fluß durch Ontario bis Norddakota und östliches Nebraska. Im Süden bis westlich Florida, mittleres Alabama und Mississippi sowie Texas.

Holzcharakteristik: Im allgemeinen wie die anderen Ulmenhölzer. Kernholz braunrot, Splintholz hellfarbig, schmal.

Beschaffenheit: Das Kernholz ist fest, zäh, leichtspaltig, grobfaserig und dauerhafter als das Holz der »Weißulme«.

Prüfung: Grüngewicht: 895,4 kg je 1 cbm, Lufttrockengewicht: 607,6 kg je 1 cbm, Ofentrockengewicht: 591,6 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockenvolumen: 0,540.

Verwendung: In Beziehung auf seine Qualität von den amerikanischen

Ulmenhölzern am wenigsten geschätzt und gleich dem übrigen Ulmenholz verwandt, wie z. B. zu Bootsrippen, Eisenbahnschwellen, Radnaben usw.

Bemerkung: »Slippery elm« trägt seine Bezeichnung wegen seiner schleimhaltigen, dicken inneren Rinde, welche sie von den übrigen Ulmen unterscheidet. Sie steht an Bedeutung an zweiter Stelle. Da das Holz ganz ähnlich dem des »White elm« ist und der Baum in fast denselben Gegenden gefunden wird, wird »Slippery elm« gewöhnlich unter dem Namen der wertvolleren »White elm« gehandelt.

c) *Ulmus racemosa* Thomas.

Nomenklatur: »Traubenulme«, »Cork elm«, »Rock elm«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum, von Quebec durch Ontario, südlich durch das nordwestliche New Hampshire bis südliches Vermont, westwärts durch das nördliche New York bis nordöstliches Nebraska verbreitet.

Holzcharakteristik: Ähnelt sehr dem Holze von *Ulmus fulva* Michx. Das Kernholz ist hellbraun, der Splint hellerfarbig mit grünlichem Ton und breit.

Beschaffenheit: Hart, zäh, fest, schwer, dauerhafter als das Holz der »Weißulme«, aber weniger dauerhaft als *Ulmus fulva* Michx.

Prüfung: Grüngewicht: 863,421 kg je 1 cbm, Ofentrockengewicht: 687,544 kg je 1 cbm, spez. Lufttrockengewicht: 0,660, Lufttrockengewicht: 719,523 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie *Ulmus fulva* Michx., besonders für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, beim Schiffsbau, in der Wagnerei, der Pianofortefabrikation usw. verarbeitet.

Bemerkung: Das Holz wird in großen Mengen in behauenen Blöcken oder als Rundholz nach Liverpool und London ausgeführt. »Cork elm«, so benannt wegen der korkartigen Auswüchse an den Zweigen, ist eine wichtige Handelsart und wird im Handel mit »Rock elm« bezeichnet. Dieser Name wird auch für hartes, dichtes, raschgewachsenes Holz anderer Arten gebraucht. In Wirklichkeit wird sehr dichtes Holz jeder Ulmenart »Rock elm« und das weichere, porösere Holz »Soft elm« genannt. Sehr poröses Ulmenholz trägt häufig die Benennung »Water elm« oder »Swamp elm«.

d) *Ulmus alata* Michx.

Nomenklatur: »Wing elm«, »Winged elm«, »Wahee elm«.

Heimat: Vom südlichen Virginien bis westlichen Florida, vom südlichen Illinois und Indiana durch das westliche Kentucky und Tennessee bis zum Golf, im Westen durch das südliche Missouri, Arkansas, östliche Indianerterritorium und Texas verbreitet.

Holzcharakteristik: Sehr ähnlich dem der anderen Ulmenhölzer.

Verwendung: Holz für landwirtschaftliche Geräte, Kisten, Körbe, Möbel, Faßdauben und Faßreifen, Wagen- und Fahrzeugbau.

Bemerkung: »Wing elm« trägt ihren Namen wegen der korkartigen Auswüchse an den Zweigen, ähnlich jenen der »Cork elm«, welche jedoch bei dieser Art dünn und flügelartig sind. »Wing elm« besitzt nur untergeordnete Handelsbedeutung.

e) *Ulmus crassifolia* Nutt.

Nomenklatur: »Dickblätterige Ulme«, »Cedar elm«, »Basket elm«.

Heimat: Kleiner Baum oder Strauch, vom Mississippi durch das südliche Arkansas und Texas bis Mexiko verbreitet.

Holzcharakteristik: Wie bei den anderen Ulmusarten.

Verwendung: Wie bei den anderen Ulmusarten.

Schlüssel zur Unterscheidung der wichtigsten amerikanischen Ulmenarten.

1. Poren des Frühholzes in einem drei oder mehr Poren breiten Bande. *Ulmus fulva* Michx. (»Red« oder »Slippery elm«).

2. Poren des Frühholzes in einer einzelnen tangentialen Reihe.

a) Poren des Frühholzes verhältnismäßig groß, eine zusammenhängende Reihe bildend; Bänder aus kleinen Poren zahlreich, gewöhnlich ebenso breit wie die dazwischen befindlichen Bänder dichten Holzparenchymgewebes. Holz mäßig hart und schwer. *Ulmus americana* L. (»White elm«).

b) Poren des Frühholzes klein, einzeln kaum ohne Lupe sichtbar, häufig ziemlich weit auseinander. Bänder kleiner Poren nicht so zahlreich, wie bei »White elm,« schmaler als die dazwischen befindlichen Bänder dichten Gewebes (außer bei schmalen Ringen). Holz sehr hart, schwer, dicht. *Ulmus racemosa* Thomas »Cork« oder »Rock elm«.

49. Holz des Zürgelbaums.

Stammpflanze und Familie: *Celtis australis* Lin. — Ulnaceae.

Botanisches Synonym: *Celtis caucasica* Willd.

Nomenklatur: »Gemeiner — europäischer — oder südlicher Zürgelbaum«, »Triester Holz«, »Farbcoulier«, »Kharik«.

Heimat: Langsamwüchsiger, bis 20 m hoher Baum Südeuropas, Nordafrikas, des Orients bis Persien. Der Baum erreicht in Südungarn seine Nordgrenze.

Holzcharakteristik: Das ringporige Holz besitzt gelbbräunlichen oder hellgrauen, wenig hervortretenden Kern und ziemlich schmalen, grünlichgelben Splint. Auf der Hirnfläche sind die Jahresringe durch einen Kreis von Frühholzgefäßen markiert. Die zahlreichen helleren Markstrahlen bilden zarte Bänder und treten auf dem dunklen Grund meist scharf hervor. Die Gefäße des Spätholzes sind unter der Lupe kaum sichtbar. Auf dem radialen Längsschnitt glänzt das Holz ziemlich lebhaft.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 18): Diese gleicht im wesentlichen der der Ulmenhölzer (siehe Nr. 48). Die Zonen der engen Gefäße sind oft von einer mehrfachen Schicht dünnwandigen, im Winter stärkeerfüllten Holzparenchyms umgeben, auch reichlicher mit solchen durchsetzt als jene der Ulme. Zellen im Innern der mehrschichtigen Markstrahlen 4—6 μ weit, an den Kanten, mitunter auch an den seitlichen Rändern der mehrschichtigen Markstrahlen, sowie in den einschichtigen Markstrahlen meist größer (20—60 μ hoch) und in radialer Richtung kürzer, auch höher als breit. Zuweilen Kristalle enthaltend.

Beschaffenheit: Schwer, ziemlich hart, glattspaltig, von mittlerer Festigkeit, äußerst zäh und biegsam, dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,75—0,82.

Verwendung: Das Stammholz wird zu Wagnerarbeiten, Blasinstrumenten, Drechslerwaren und Hausgeräten verwandt. Die dünnen und sehr zähen, elastischen Zweige und Stockausschläge liefern vorzügliche Peitschenstiele, Spazierstöcke, Angelruten, Faßreifen usw. Aus entsprechend behandelten Kopfausschlägen des Baumes werden in Südfrankreich dreizinkige Gabeln für landwirtschaftliche Zwecke gewonnen (57, 1).

Bemerkung: Im äußeren Aussehen unterscheidet sich das »Zürgelbaumholz« vom »Ulmenholz« durch die gröbere Zeichnung, die durchschnittlich breiteren Jahresringe, die deutlicheren Markstrahlen und die gelblichgraue Kernfärbung.

50. Maulbeerbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Morus alba* L. — Moraceae.

Nomenklatur: »Gemeiner oder weißer Maulbeerbaum«, »Mulberry«, »Murier blanc«, »Kuwa«, »Tut«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum vom Kaukasus bis Nordchina (durch ganz Asien) verbreitet; auch in Südeuropa. In Deutschland, Indien und in Japan auf den Bonin- (Munin-) Inseln kultiviert.

Holzcharakteristik (5, 19): Holz ringporig, mit schmalem, nur zwei bis fünf Ringe umfassendem Splint und gelb- bis schokoladenbraunem Kern. Ringporen zahlreich, im Kern hie und da mit weißem Inhalt. Gefäße unkenntlich, in zahlreichen hellen, ziemlich feinen, im äußeren Teil der Jahresringe oft zusammenfließenden Pünktchen. Markstrahlen deutlich. Längsschnitt mit auffälligen, im Kern vereinzelt weiß ausgefüllten Längsfurchen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße im Frühholz der Jahresringe zahlreich, einzeln oder zu 2—3 nebeneinander, 0,17—0,37 mm weit, glattrandig; im äußeren Teil der Jahresringe bis 8 und mehr in Gruppen, hier nur 0,016 bis 0,09 mm weit, mit Schraubenleistchen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Thyllen häufig. Markstrahlen meist 5—9 Zellen. 0,07—0,12 mm breit und 0,26 bis 1,34 und mehr Millimeter hoch; nur we-

nige klein und einschichtig. Markstrahlzellen 8—11 μ, an den Kanten auch 12—40 μ hoch, hier oft höher als lang (in radialer Richtung), ringsum meist reichlich getüpfelt; hier und da mit Kalziumoxalatkristallen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse des Jahresringes, sie sind derb bis dickwandig, in letzterem Falle oft mit Gallertschicht; klein getüpfelt. Holzparenchym reichlich, hie und da mit Kalziumoxalatkristallen. Im Kernholz erscheinen die Wände aller Zellen und Gefäße lebhaft gelbbraun.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, nicht schwer, sehr schwerspaltig, dauerhaft, mit schönem Glanze, gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,58—0,77 (55,1).

Verwendung: Hauptsächlich für Furniere, wegen seiner Polierfähigkeit wertvolles Möbelholz. Ferner wird das Holz zu Straßenpflastern, Hafenbauten, Pfählen, Pflöcken, Holznägeln (beim Schiffsbau), in der Wagnerei und Drechslerei verwandt.

In seinen technischen Eigenschaften ist das Holz dem Ulmenholz (s. Nr. 48) gleichzustellen.

51. Echtes Gelbholz.

Stammpflanze und Familie: *Chlorophora tinctoria* Gaudich. — Moraceae.

Nomenklatur: »Gelbes Brasilholz«, »Cubaholz«, »Echter Fustik«, »Alter Fustik«, »Fustic mulberry«, »Yellow wood«, »Bois d'orange, Tatá-yŷbá-sayyu« (Argentinien), »Mora« (siehe Schlußbemerkung), »Mora amarilla«, »Tatajuba«, »Futeiba«, »Fustete«.

Heimat: Weitverbreiteter, bis 15 m hoher Baum des tropischen Amerika (Brasilien, Argentinien usw.); besonders auch auf den westindischen Inseln und in Mittelamerika (Britisch Honduras, Jamaika) verbreitet.

Sorten: Je nach der Herkunft kommen »Kuba«-, »Domingo«-, »Corinto« (Nicaragua)-, »Maracaibo« (Venezuela)-, »Carthagena« oder »Savanilla« (Columbien)-, »Costarica«- und «Tampico-Fustikholz« in den Handel. Das Holz wird meist in 4—5 m langen und 0,5—0,6 m dicken Stamm- und Aststücken gehandelt und ist zuweilen noch mit Resten des fahlen, schmutzigweißen, sehr schmalen Splintholzes behaftet. Eine Sorte von dunklerer Farbe und höherem Preis stammt von der Varietät *Chlorophora tinctoria* var. xanthoxylon (*Maclura xanthoxylon* Endl.).

Holzcharakteristik (5, 20; 5, 40): Frisches Kernholz hellgelb, durch Luft und Licht sich allmählich lebhaft bis dunkel gelbbraun färbend, mit zahlreichen, helleren, meist quergedehnten Pünktchen und Strichelchen. Diese verschmelzen häufig mit benachbarten zu längeren oder kürzeren, mehr oder weniger gewellten und zackigen Querstreifchen (Abb. 77). Dieses Verschmelzen erstreckt sich häufiger auf weitere Querschnittszonen, wodurch eine an Jahrringe erinnernde Zeichnung der glatten Querschnittsfläche entsteht. Gefäße mit bloßem Auge unkenntlich, selbst im Lupenbild sind die Gefäße wegen ihrer dichten Anfüllung mit Tüpfeln kaum als Poren zu erkennen. Markstrahlen unkenntlich. Der Längsschnitt ist ziemlich grob nadelrissig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 20): Gefäße einzeln oder zu zweien bis dreien nebeneinander, 0,075 bis 0,15 mm weit und mit 3—4,8 μ dicker Wandung; von Thyllen vollgestopft, in denen zuweilen Kalziumoxalatkristalle liegen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäße in zahlreiche, dünnwandige Holzparenchymzellen eingebettet. Markstrahlen meist 0,2—0,35 mm hoch, 0,016—0,05 mm (2—3 Zellen) breit, einzelne auch einschichtig. Markstrahlzellen derbwandig, meist 0,011—0,014 mm, die kantenständigen zuweilen auch bis 0,025 mm hoch. Holzparenchym bildet quergedehnte Gruppen oder längere, mehrschichtige Querzonen, die mit solchen von Sklerenchymfasern abwechseln; häufiger in Kristallkammern geteilt. Holzparenchymzellen dünnwandig. Sklerenchymfasern in breiten Querzonen angeordnet, ihre Wände dick, mit sehr kleinen Tüpfeln besetzt. — In nicht zu dünnen Schnitten erscheinen sämtliche Zellwände, besonders die der Sklerenchymfasern, lebhaft gelbbraun.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer, hart und leichtspaltig.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 682,5 kg je 1 cbm. Absolutes spez. Gewicht:

0,996. Widerstandsfähigkeit: 693 kg je 1 qcm.

Inhaltsstoffe: Viele Zellen zeigen gelben bis braunen, in Alkohol teilweise löslichen Inhalt. Manche Gefäße enthalten im durchfallenden Licht undurchsichtige Klumpen kleiner, in Alkohol mit hellgelber Farbe löslicher Kriställchen (Morinsaures Kalzium?). Neben dem nicht färbenden »Maclurin« enthält das Holz den gelben Farbstoff »Morin« oder »Morinsäure« (s. chem. Teil), welcher sich durch Alkohol leichter, durch kochendes Wasser schwerer ausziehen läßt und in Alkalien mit tiefgelber Farbe löslich ist. Gelbholzspänchen geben schon an kaltes Wasser gelben Farbstoff ab. Der alkoholische Auszug des Holzes zeigt auf Zusatz von Alaunlösung sofort eine schön grüne Fluoreszenz (nach Angaben von Harms).

Verwendung: Früher ausschließlich in der Textilindustrie zur technischen Verwendung und zum Färben (vgl. Farbstoffe Nr. 100). Neuerdings wird das Holz auch in der Kunsttischlerei und Musikinstrumentenindustrie, für Vertäfelungen und Wagnerarbeiten verarbeitet. Die Varietät *Chlorophora tinctoria* var. affinis (*Maclura affinis* Miqu.) aus Brasilien und dort »Tatagiba« oder »Pao amarello« genannt, dient ebenfalls zum Färben und als Bauholz.

Bemerkungen: Die Bezeichnung »Mora« ist nicht zu verwechseln mit dem »Echten Mora«: *Dimorphandra mora* B. u. H. = *Mora excelsa* Benth. von Britisch-Guayana, Venezuela und einigen Teilen Zentralamerikas. Dieses Holz unterscheidet sich von frisch geschnittenem Fustikholz leicht durch seine rötlichbraune Farbe. Das meiste in Europa verwandte Fustikholz kommt von Südamerika, die Hauptmenge des in den Vereinigten Staaten verbrauchten Holzes von Mexiko und Britisch-Westindien. Das Holz erscheint auch in Form von Spänen (chips), in geringen Mengen als Pulver, wässriger Extrakt und als breiige Masse (Paste) oder Lack im Handel.

Ersatzhölzer für echtes Fustikholz.

1. *Rhus cotinus* L. (*Cotinus cotinus* Sarg.) — Anacardiaceae. »Smoke tree«

2. *Maclura aurantiaca* Nutt. (*Toxylon pomiferum* Raf.). — Moraceae. »Osage-Orange«, »Bow-wood«, »Bogenholz«. In Nordamerika heimisch, in Deutschland hie und da angepflanzt.

3. Verschiedene Arten der Gattung *Xanthoxylum*. — Rutaceae. »Prickly ash«.

a) *Xanthoxylum clavaherculis* Linn. »Southern prickly ash.«

b) *Xanthoxylum acuminatum* Swartz. »Espino.«

c) *Xanthoxylum ochroxylum* D. C. »Yellow wood.«

d) *Xanthoxylum cribrosum* Spreng. »Satinwood.«

e) *Xanthoxylum fagara* Linn. »Wild lime.«

Abb. 77.
Querschnittsansicht des echten Gelbholzes. Die Fleckchen vereinigen sich stellenweise auch zu kurzen Querstreifchen. (Lupenb.)
(Nach v. Höhnel.)

Diese Hölzer sind in Westindien unter dem Sammelnamen »Espino«, »Espino rubial«, »box«, »yellow thorn« oder »yellow Hercules club« bekannt.

Schlüssel zur Unterscheidung der Ersatzhölzer vom echten Fustik.

Die Unterscheidungsmerkmale sind auf dem Hirnflächenschnitte mit der Lupe zu erkennen.

A. Jahrringe undeutlich; Holz zerstreutporig.

Tangentiale, wellenförmige Bänder von Holzparenchym deutlich, in diesen zahlreiche kleine mit Thyllen gefüllte Poren. Holz, wenn frisch geschnitten, hellgelb, später dunkelgelbbraun. *Chlorophora tinctoria* Gaudich.

B. Jahrringe deutlich; Holz ringporig.

1. Tangentiale Bänder von hellerem Holzparenchym im Spätholz mehr oder weniger undeutlich unterbrochen. Die großen Poren im Frühholz sind völlig mit

Thyllen gefüllt. Holz, wenn frisch geschnitten, orangegelb, später braun. *Maclura aurantiaca* Nutt.

2. Tangentiale Bänder von Holzparenchym fehlend.
   a) Poren im Frühholz groß und sehr zahlreich, allmählich in Größe und Zahl im Spätholz abnehmend. Holz bräunlichgelb. *Rhus cotinus* L.
   b) Poren im Frühholz kleiner als bei a), eine einzelne ununterbrochene Reihe bildend, plötzlich kleiner werdend, gleichmäßig im Spätholz verteilt, einzeln oder in Gruppen zu 2—4. Holz hellgelb, leicht rötlich getönt. *Xanthoxylum clava Herculis* Lin.

52. Das Holz des Odumbaumes.

Stammpflanze und Familie: *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. u. Hook. fil. — Moraceae.

Botanisches Synonym: *Milicia africana* Sim. (47).

Nomenklatur: »Afrikanische Eiche«, »Buscheiche«, »Odum«, »Iroko«, »Momangi«, »Bang« oder »Mbang«, »Abang«, »Beng«, »Mwule«, »Roko«, »Kambala«, »African oak«, »African teak« (9, 9; 10, 12; 50, 1; 51, 1; 52,1; 53, 1; 54, 1).

Heimat: Bis 50 m hoher, astreiner, vollschaftiger, schlanker und kerzengrader Baum des Regenwaldes West- und Ostafrikas (Kamerun, Elfenbeinküste, Franz.-Kongo, Spanisch-Guinea, Britisch-Nigerien, Sierra Leone, Lagos, Liberia, Togo).

Holzcharakteristik (5, 21; 9, 9; 10, 12): Splint schmal, im Ton etwas heller als der Kern. Kern umfaßt drei Viertel bis vier Fünftel des Stammdurchmessers; auf frischen Schnitten heller, lebhafter oder matter gelbbraun, auf älteren Schnittflächen lederbraun bis schwarzbraun, mit deutlichen Zuwachszonen und Lichtspiel; dem »Eichen«- oder »Teakholz«, auf der Hirnfläche, auch dem »Echten Gelbholz« und dem »Indischen Palisander« ähnlich. Die Gefäße sind auf der Hirnfläche schon mit freiem Auge deutlich als Poren zu erkennen. Sie sind nicht gezont, zeigen aber — in Holzparenchym eingebettet — infolge ihrer Anordnung in bisweilen langen Linien und ihrer Größe jahrringähnliche Bildung und schräge, häufig unterbrochen verlaufende Querstreifchen. Markstrahlen kenntlich. Fasern im Hirnflächenschnitt braun. Holzparenchym in gelblederfarbenen Bändern, dick und wellenförmig, die Gefäße verbindend und umgebend; zuweilen auch in dünnen, geraden Linien von etwa 3 mm Abstand und dann die Gefäße nicht besonders verbindend. Im Längsschnitt bilden die Gefäße ziemlich grobe Furchen, diese sind unter der Lupe glänzend, vereinzelt mit weißem Inhalt und von Thyllen angefüllt; im radialen Längsschnitte zeigt sich das Holz in mitunter abwechselnden Längszonen teils glatt, glänzend, teils rauher und matt. Markstrahlen sehr zahlreich, fein, vereinzelt stärker, glänzend, gelblich-lederfarben, sie heben sich vom dunkelbraunen Grunde scharf ab; im tangentialen Längsschnitte sind sie erst mit der Lupe als feine, kurze Strichelchen erkennbar (Abbild. 78).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 21): Hirnflächenschnitt: Gefäße tangential zusammengepreßt, fast immer einzeln, selten in kleinen radialen Gruppen, von mäßiger Wanddicke, 3—5 auf 1 qmm, 0,17 bis 0,35 mm weit, in Holzparenchym eingebettet. Gefäßglieder einfach durchbrochen, mit großen dünnwandigen gebräunten Thyllen angefüllt. Gefäßwände mit ansehnlichen, etwa 0,012 mm breiten, querporigen, stellenweise sehr dicht stehenden und einander sechsseitig abgeflachten Hoftüpfeln besetzt. Holzfasern dickwandig, unregelmäßig, 3—20 zwischen den Markstrahlen. Holzparenchym umgibt die Gefäße, deutlich, sich tangential in dicke, wellenförmige, längere Gewebepartien ausbreitend, ohne dunklen Inhalt, etwa 10 Zellen dick, oder in 6 bis 8 Zellen dicken, quergedehnten Gruppen, deren Zellen meist radial zusammengepreßt sind. Holzparenchymwände dünn. Markstrahlen deutlich, ohne dunklen Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig in Größe und Anordnung, seitlich ausgebaucht, etwa 65 auf 2 mm. Totale Breite auf 2 mm = 0,44 mm. Höhe = 0,07 — 0,32 — 0,55 mm, 4—30 Zellen. Breite

= 0,01—0,07 mm, 1—8 schichtig. Rand deutlich, gewöhnlich eine große Zelle tief, oft mit Kalziumoxalatkristallen. Kein dunkler Inhalt. Markstrahlzellen dünnwandig. Mittlere Zellen dickwandiger mit kleinem, rundem Lumen, 0,008—0,02 mm weit, die Kantenzellen meist größer, 0,04 bis 0,08 mm hoch. Holzfasern nicht gefächert, 3—12 zwischen den Markstrahlen. Radialer Längsschnitt: Holzparenchym rechtwinklig, vereinzelt oder reichlicher mit Kalziumoxalatkristallen, meist klein getüpfelt, gegen die Gefäße jedoch oft mit großen Tüpfeln versehen. In mehrschichtigen Längszonen wechselt das Holzparenchym mit Holzfaserzonen ab. Holzfasern nicht gefächert, dickwandig, sehr klein und spärlich getüpfelt. Markstrahlen, Kantenzellen 0,012—0,03 mm breit, mit je einem großen Kalziumoxalatkristall, deutliche Kristallreihen bildend. In nicht zu dünnen Schnitten erscheinen sämtliche Zellwände, besonders die der Fasern, lebhaft gelbbraun oder auch mehr gelblich.

Beschaffenheit: Lang und feinfaserig, leicht gewellt, sehr schwer und uneben spaltend, fest, fettig, zäh, ziemlich schwer, mäßig dicht, hart und dauerhaft. Es wird von Termiten nicht angegriffen. Das Holz steht gut, ist aber dann etwas brüchig. Es leimt, hobelt, dreht und sägt sich gut, poliert sich etwas schwer und dunkelt unter der Politur etwas nach.

Prüfung: Absolutes spez. Gewicht: 0,6—0,68 (nach E. Appel), 0,721 (nach A. Chevalier) und 0,6—1,0 (nach Büsgen).

Inhaltsstoffe (5, 21): In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms teils gelblicher, teils undurchscheinender (im durchfallenden Lichte schwärzlicher) Inhalt. In einer anscheinend harzigen Masse liegen zahlreiche, nadelförmige, farblose Kristalle, die sich wie die harzige Masse in Alkohol und Natronlauge vollständig, in Äther, kaltem und warmem Glyzerin teilweise lösen. Aus der alkoholischen Lösung scheiden sich beim Eintrocknen neben einer gelblichen Substanz farblose, fadenähnliche, gekrümmte, spitzendige, sternförmige, schwach doppelbrechende Gebilde ab. Letztere sind in Salzsäure unlöslich, sind also keine Oxalate. Mit goldgelber Farbe lösen sich die harzigen Massen ziemlich schnell in Kalilauge. Hierbei bleiben in den Markstrahlen kleine, kugelige, gelbliche bis bräunliche Körnchen zurück, deren Färbung weder Jod- noch Eisenchloridzusatz verändert. In einzelnen Gefäßen stellenweise vorkommende, im auffallenden Licht weiße, im durchfallenden graue bis schwärzliche, kristallinische Inhaltsmassen lösen sich nicht in Alkohol. Holzspänchen geben an Wasser keinen Farbstoff ab. Kalziumoxalatkristalle. Im Splintholz Milchsaft. Auf letzteren ist sehr wahrscheinlich die hautreizende Eigenschaft des »Odumbaumes« zurückzuführen. Näheres darüber ist noch nicht ermittelt (15, 2).

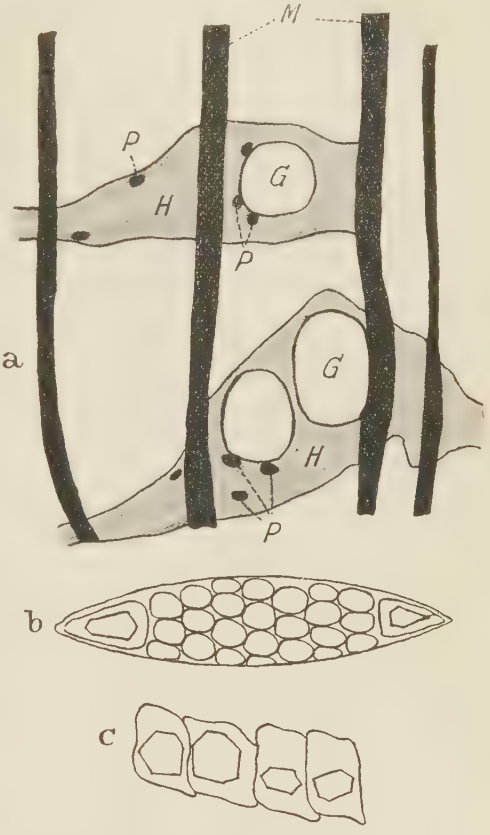


Abb. 78.
Chlorophora excelsa Benth. et Hook. «Odumbaumholz«. *a* Holzquerschnitt: *G* Gefäße, *H* Holzparenchymbänder, *M* Markstrahlen, *P* Parenchymzellen mit schwarzem Inhalt. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. *b* Markstrahl im tangentialen Längsschnitt. *c* Markstrahlzellen im radialen Längsschnitt. Vergr. 82/1.
[Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

Verwendung: Eines der besten, termitensicheren Bau- und Möbelhölzer des tropischen Afrika. Ersatz für Teakholz und Eichenholz. Obwohl nur beschränkte Mengen des Holzes nach Deutschland zur Einfuhr gelangten, war der Verbrauch vor dem Krieg in stetiger Zunahme begriffen und das Holz als Möbelholz, für Parketts, Wagenbau usw. sehr geschätzt. Das beste Schwellenholz. Die Eingeborenen verwenden das Holz zu Türen, Waschbecken und Geldkisten. Für Kanubau zu schwer. Es wird ungern zum Verkauf gebracht, da es zum Transport Schwimmer benötigt.

Bemerkungen: Der männliche Baum (»male tree«) ist gewöhnlich schlanker und von mehr gedrücktem Wuchs als der weibliche Baum (»female tree«); letzterer wächst rascher, hat mehr ausgebreiteten Wuchs und besitzt größere Dimensionen. Das Holz des »männlichen« Baumes ist dunkler braun, dichterfasrig und härter als das Holz des »weiblichen« Baumes. Der »female tree« hat breiteres Splintholz und je nach dem Standorte härteres und dichterfasriges Holz. Das im dichten Waldschlusse gewachsene Holz ist am härtesten.

In Kamerun werden als »Bang« zwei Holzarten unterschieden. Die eine ist grobfaserig und eichenähnlich, die andere sehr feinfaserig, weniger elastisch, weniger gut als Bauholz, aber gut für Möbel zu verwenden. Entweder handelt es sich um Varietäten oder um Unterschiede »weiblicher« und »männlicher« Baumexemplare. Das aus Ostafrika stammende »Mwuleholz« der gleichen Art besitzt dieselben anatomischen Eigenschaften wie das in Westafrika gewachsene »Bangholz«. Sie unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Inhaltsstoffe. Das »Mwuleholz« hat sehr viel zahlreichere Holzparenchymzellen mit braunem, in Alkohol löslichem kristallinischen Inhalt. Zuweilen ist etwa ein Drittel aller Zellen eines Holzparenchymbandes mit diesem Inhaltsstoff gefüllt. Auch die Markstrahlen strotzen oft von diesen kristallinischen Massen. Der stärkere Inhalt ist auf die verschiedenartigen Vegetationsbedingungen zurückzuführen.

Die okerbraune Färbung, das Fehlen des Glanzes und das Vorhandensein des massiven zirkumvasalen Holzparenchyms unterscheidet dieses Holz von den »Afrikanischen Mahagonis«, unter denen es oft angeführt wird. Auch unter den »Mahagoni-Ersatzhölzern« ist es zu finden.

53. Letternholz.

Stammpflanze und Familie: *Brosimum Aubletii* Poepp. — Moraceae.

Botanisches Synonym: *Piratinera guianensis* Aubl.

Nomenklatur: »Buchstaben«-, »Schlangen«-, »Tiger«-, »Leopardholz«, »Snake wood«, »Burro-korro«, »Mann-Letternholz« (Guinea), s. Schlußbemerkung.

Heimat: Bis 21 m hoher Baum aus Guinea, Nordbrasilien, Trinidad. Aus Surinam (Guinea) nach Europa eingeführt.

Holzcharakteristik (5, 22): Holz zerstreutporig, satt rötlichbraun, mit oft sehr auffälligen, schwärzlichen, bis 1 cm breiten und 2 cm langen, wellig bis zackig verlaufenden, unregelmäßig begrenzten Querbinden. Durch diese wird das Holz zierlich, einer Schlangenhaut ähnlich, gefleckt. Auf dem Hirnflächenschnitt erscheinen die Gefäße als feine helle, gleichmäßig verteilte Pünktchen; auf dem Längsschnitt als dunkle Linien oder Streifen. Die gewöhnlich nur mit der Lupe als feine helle Linien bzw. als dunkle Strichelchen erkennbaren Markstrahlen zeigen sich auf der glänzenden Spaltfläche als hellere Querstreifen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 22): Gefäße im Hirnflächenschnitt etwa 8 auf 1 qmm, einzeln oder zu 2—3, seltener zu mehreren in Radialreihen nebeneinander; 0,11—0,16 mm weit, dickwandig, durch große Thyllen oft vollständig verstopft, welche durch weitgehendste Verdickung ihrer Wandung »Steinzellen«-charakter tragen. Die Thyllenwände sind konzentrisch geschichtet, von schmalen Tüpfelkanälen durchsetzt und schließen häufiger Kalziumoxalatkristalle ein (besonders deutlich im Längsschnitt zu erkennen; Abb. 79). Markstrahlen zerstreut, meist 2—3 Zellen breit, 0,16 bis 0,64 auch bis über 0,80 mm hoch, wenige einschichtig. Die Kanten der mehrschichtigen Markstrahlen werden meist von einer oder von 2—6 einfachen Lagen großer, 30—70 μ hoher, sehr dickwandiger, oft Kalziumoxalatkristalle führender Zellen gebildet. Diese stechen von den übrigen

dünnwandigen, 13—19 μ hohen Markstrahlzellen deutlich ab. Von den letzteren kann die eine oder andere bis zu 50 μ und höher sein und dann die ganze Breite der Markstrahlen einnehmen. Selten sind die Markstrahlkantenzellen dünnwandig oder die Markstrahlmittelzellen dickwandig. Im radialen Längsschnitt erscheinen die dickwandigen, meist kristallführenden Markstrahlzellen kürzer als die anderen, oder ebenso hoch oder bis zehnmal höher als breit. Holzfasern bilden die Grundmasse, sie sind dickwandig, nicht oder wenig getüpfelt, in regelmäßigen Radialreihen oder in einzelnen Querzonen abgeplattet. Holzparenchym sehr derbwandig, in einfachen, längeren oder kürzeren, von den Seitenwänden der Gefäße ausgehenden, zuweilen auch um den Vorderrand dieser herumlaufenden Querreihen. Wände aller Elemente gelbbraun.

Beschaffenheit: Sehr hart, dicht, schwer, im Wasser sinkend, leicht spaltbar, leicht bearbeitungsfähig und hoch politurfähig.

Prüfung: Absolutes spez. Gewicht: 1,049—1,333. Nach brasilianischen Angaben: 1,240. Widerstandsfähigkeit: 1155 kg je 1 qcm. Das Holz kommt in 30—90 cm langen, meist nur 5—8 cm, seltener 13—15 cm starken Stücken in den Handel (42, 1). Der aus dem Stamm ausgehackte Kern liefert durchschnittlich nicht mehr als zwei Stäbe von 2,50 m Länge und 15—25 cm Dicke.

Inhaltsstoffe: In fast allen Zellen rotbrauner, meist gleichmäßig dichter Inhalt, dessen stellenweise hellere und tiefere Färbung das schlangenartig gefleckte Aussehen des Holzes verursacht.

Verwendung: Eins der auffälligsten und schönsten Tropenhölzer, das in der Stockfabrikation und zur Herstellung von Geigenbogen und Modellierstäbchen, seiner hohen Politurfähigkeit wegen auch zu Furnieren (bis zu 2 mm breit) und Einlegearbeiten Verwendung findet.

Bemerkungen: Andere sogenannte Letternholzbäume sind: 1. *Machaerium Schomburgkii* Benth. (Legum.-Papilion.); 2. *Amanoa guianensis* Aubl. (Euphorbiac.-Guinea). Dieses wird zum Unterschiede gegen das echte »Mann-Letternholz« von *Bros. Aubletii* Poepp. als »Frauen- oder Weiber-Letternholz« bezeichnet. Es hat im Gegensatz zum »Mann-Letternholz« keinen farbigen Kern, sondern ist in seinem ganzen Durchschnitt hellgelb gefärbt und besonders zäh. Sehr wahrscheinlich ist dieses Holz das »Red« oder »Striped letterwood« oder das »Letter rouge« bzw. »Letter rubanné« der

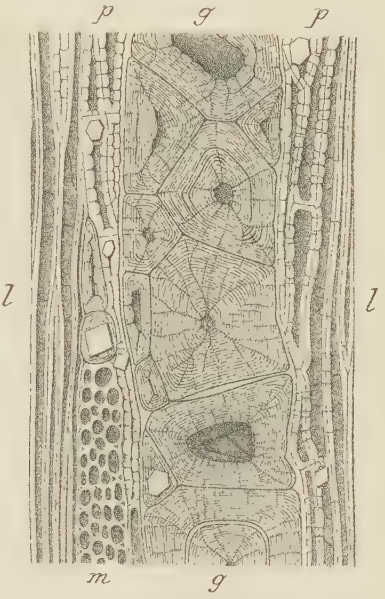


Abb. 79.
Tangentialschnittsansicht des Letternholzes. *gg* ein von sehr dickwandigen Thyllen (»Steinzellen«) erfülltes Gefäß. *l* Holzfasern, *p* Holzparenchym, *m* Markstrahl. Die weißen, rhombischen bis sechseckigen Stellen unter *p* und über *m* bedeuten Kristalle von Kalziumoxalat. Vergr. 165/1. (Nach Wilhelm.)

Franzosen. Nach Boulger hat das Holz ein spez. Gewicht von: 1,038—1,175. Das in der Nähe der Seeküste seltener gewordene Letternholz hat einen sicheren, aber beschränkten Absatz. Viel mehr als 200 000 kg, also noch nicht einmal 150 fm, dürfen die Exporteure Surinams nicht ausführen. Der Einkaufspreis in Surinam betrug in den letzten Friedensjahren 35 bis 40 Pf. das kg. Der Verkaufspreis war im Jahre 1910 in Europa 25—40 M. je 50 kg; im Jahre 1918 in Rio de Janeiro 50—60 Dollar je 1 cbm.

54. Schirmbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Musanga Smithii* R. Brown. — Moraceae.

Nomenklatur: »Bosenge«, »Bokombo«, »Afrikanisches Flottholz«,

»Assan«, »Ikomba«, »Corkwood«, »Paraselier«. (Das Holz ist nicht identisch mit »Bosenge ba lamba«.)

Heimat: Bis 30 m hoher, kurzlebiger Baum des tropischen Westafrika; weit verbreitet von Sierra Leone bis zum unteren Kongo, westwärts bis zum Lande der Mombuttu, sowie bis zum oberen Ituri. Der Baum siedelt sich leicht durch Anflug an (10, 10).

Holzcharakteristik (5, 23; 10, 11): Holz sehr hellfarbig, im Kern unrein weiß, in rosa, gelb oder grau spielend, im schmalen Splint bräunlich oder stellenweise mit rötlichem Ton. Holzquerschnitt erscheint dunkler, mit deutlichen feinen Poren oder hellen Pünktchen. Letztere zeigen unter der Lupe weiße Ausfüllungen. Markstrahlen unkenntlich. Im Längsschnitt bilden die Gefäße ziemlich derbe Furchen. Im tangentialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen unter der Lupe als feine Strichelchen. Die Radialflächen sind lebhaft glänzend. Die Markröhre ist braun, 1,2 cm im Durchmesser.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 23): Gefäße einzeln oder zu 2—3 nebeneiander, 0,31—0,38 mm weit. In denselben sehr zartwandige Thyllen, die meist von den radialen Flanken der Gefäße her gegen die Mitte verlaufen und deren Endflächen oft in einer Zickzacklinie zusammenstoßen. Gefäße in dünnwandiges Holzparenchym eingebettet. Gefäßwände dicht mit Hoftüpfeln besetzt, diese sechsseitig abgeflacht, mit querspaltförmigen, etwa 0,012 mm langen Poren. In einzelnen Gefäßen farbloser, scheinbar amorpher, in auffallendem Licht weißer Inhalt. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse. Solche mit engerem Lumen wechseln mit solchen weiteren Lumens sehr regelmäßig in radialen Reihen ab. Nur stellenweise wird die Lagerung der Sklerenchymfasern unregelmäßiger und die mäßige Wanddicke stärker. Holzparenchym sehr dünnwandig, oft mit gebräuntem Wandbelag, die Gefäße einschließend oder hie und da auch in mehrschichtigen Querzonen, die sich an Gefäße anschließen und sie miteinander verbinden. Holzparenchymzellen sehr reichlich und gegen Gefäße breitoval getüpfelt. Markstrahlen meist 0,35 bis 0,88 mm hoch, bis 4, häufig 3 Zellen breit, auch schmäler; einzelne nur einschichtig, manche sehr niedrig, nur aus 4, meist kristallführenden Zellen bzw. Zellreihen bestehend. Markstrahlzellen dünnwandig, 0,012—0,016 mm breit, bis über 0,024 mm hoch, die Kantenzellen bis 0,1 mm hoch, häufig aber quergeteilt und dann in jeder Teilzelle große Kalziumoxalatkristalle (dieses tritt im radialen Längsschnitt besonders deutlich hervor).

Beschaffenheit: Sehr leicht, ziemlich weich, im frischen Zustand sehr wasserreich [nach Hornberger (10, 10) bis zu 62%], nicht schwer aber uneben spaltend, gut bearbeitungsfähig, gut zu sägen, zu hobeln und zu leimen, zum Drehen zu weich, schlecht zu biegen, ziemlich widerstandsfähig gegen Fäulnis.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,295.

Inhaltsstoffe: Der farblose bis weißliche Gefäßinhalt löst sich in Alkohol langsam auf. Kalziumoxalat.

Verwendung: Wegen seiner Leichtigkeit zu Netzschwimmern, Flößen, Messerscheiden und zum Kanubau verwandt. Vortreffliches Blindholz, für billige Möbel und Hausgeräte und zur Papierfabrikation (464) sehr geeignet. Streichholzschachteln. Von Europäern in Sierra Leone an Stelle von Kork benutzt.

Bemerkungen: Die Faser des Holzstoffes ist der des Aspenholzstoffes ähnlich. Sie ist sehr kurz und eignet sich nicht dazu, dem Papier Festigkeit und Halt zu geben, kann aber als Füllmasse für Papier dienen. Der Baum soll kaum älter als 30 Jahre werden und ist einer der raschwüchsigsten afrikanischen Waldbäume. Die Jäger zapfen in der Trockenzeit den Baum zur Wassergewinnung an.

55. Proteaceenhölzer.

Nach Wilhelm (5, 24) sind die Holzkörper der meisten Proteaceen-Gattungen durch sehr breite, oft auch sehr hohe Markstrahlen ausgezeichnet, zwischen denen Holzparenchym, oft in sehr regelmäßiger Weise, ein- bis mehrschichtige, gewöhnlich markwärts leicht eingesenkte, deutlich meist erst mit der Lupe wahrnehmbare Querzonen bildet, deren innerem, d. h. markwärts gekehrtem

Rande die Gefäße angelagert sind, in ununterbrochener oder lückiger, meist einfacher Querreihe oder auch gruppenweise (6, 4). Mit diesen aus Holzparenchym und Gefäßen, oder bei spärlichem Vorhandensein dieser auch nur aus Holzparenchym gebildeten Querzonen wechsellagern solche derb- bis dickwandiger Fasern, an Mächtigkeit jene meist (und oft erheblich) übertreffend. Zwischen den breiten Markstrahlen verlaufen auch schmale, vereinzelt oder zahlreicher, meist nur einschichtig; Jahresringe sind nicht unterscheidbar. Gefäße etwa 0,03 bis über 0,20 mm weit, mit einfacher Durchbrechung, dicht gestellten, kleinen, spaltporigen, meist nur 0,004 mm breiten Hoftüpfeln, ohne Füllzellen. Fasern derb- bis dickwandig (bei Grevillea-Arten mit sehr engem Lumen), mit nicht spärlichen aber kleinen bis winzigen, deutlich bis kaum behöften Tüpfeln. Die großen Markstrahlen, bis 0,7 mm breit und 1—7 mm (auch darüber) hoch, bilden im Tangentialschnitt zahlreiche, von der dichteren helleren Grundmasse durch dunklere, matte Färbung und auffällig lockeres Gefüge verschiedene, spindelförmige Streifchen. Das Gewebe dieser erscheint auf älteren Schnittflächen mitunter stark geschwunden, so daß diese Markstrahlen dann erhaben umrandeten Spalten gleichen (so z. B. bei *Knightia excelsa* R. Br.). Radiale Schnittflächen zeigen eine feine, sehr regelmäßige, parallele Längsstreifung, bzw. Nadelrissigkeit. Hier bilden die breiten Markstrahlen höchst auffällige, glänzende, auf hellerem Grunde dunklere »Spiegel« (Flecke, Bänder, Querstreifen). Äußerlich erscheinen die Hölzer hell bräunlichrot (Kernholz von *Banksia integrifolia* R. Br.), schokoladebraun (Kernholz von *Grevillea Gillivragi aut.*) bis dunkelrotbraun (*Grevillea gibbosa* ...) oder von lichter, hell rötlichbrauner Färbung (*Knightia excelsa* R. Br., *Stenocarpus salignus* R. Br.). Das Holzparenchym und die Markstrahlzellen, mitunter auch die Gefäße, enthalten meist lebhaft gelb- bis rotbraune, in Alkohol nicht oder nur zum kleineren Teile (bei *Banksia integrifolia* mit rötlicher Färbung) lösliche, durch Eisenchlorid in ungleichem Grade (oft nur wenig) geschwärzte Kernstoffe. Bei *Grevillea gibbosa* liegen in vielen Markstrahlzellen rechteckige Prismen von Kalziumoxalat (56, 1).

Zu diesen anatomisch so ausgezeichneten Hölzern gehören die nachstehend beschriebenen, im Handel als »Australische Platane« und als »Seideneiche« (Silky oak) bezeichneten.

a) Die »Australische Platane«.

Holzcharakteristik (5, 24): Holz dunkel rotbraun, an die Farbe gebrannten Ockers erinnernd. Auf dem Hirnflächenschnitt zahlreiche hellere, bis 0,5 und mehr Millimeter breite, nur 0,5—1,5 mm voneinander entfernte Markstrahlen. Letztere bilden im radialen Längsschnitt sehr auffällige, auf dunklerem Grunde helle Flecke oder Querstreifen, im tangentialen Längsschnitt zahlreiche, bis 3 mm lange (hohe), spindelförmige Streifchen. Auf der Querschnittsfläche treten zahlreiche feine, zwischen den breiten Markstrahlen markwärts etwas eingesenkte, sehr regelmäßig angeordnete helle Querzonen hervor, an deren Innenseite die engen, 0,05—0,19 mm weiten, meist erst unter der Lupe deutlich wahrnehmbaren Gefäße liegen. In Längsschnitten ist das Holz fein nadelrissig; im radialen Längsschnitt unter der Lupe sehr gleichmäßig parallelstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 24): Im Holzquerschnitt wechseln 2—7 schichtige Querzonen Holzparenchym, welche mit rotbraunem Kernstoff ausgefüllt sind und zwischen je zwei benachbarten breiten Markstrahlzellen liegen, sehr gleichmäßig mit 2—4 mal breiteren hellen Zonen sehr dickwandiger Holzfasern ab. Zwischen diesen da und dort etwas weitlumige Zellen mit braunem Inhalt. Die Holzparenchymzellen sind dünnwandig, oft fast isodiametrisch oder mit längerem radialen Durchmesser; sie liegen in regelmäßigen radialen Reihen. Die Holzfasern zeigen keine geordnete Lagerung. Gefäße nicht sehr zahlreich, der Innenseite der Holzparenchymzonen angelehnt und in diese eindringend; an manchen Querzonen liegt zwischen zwei benachbarten breiten Markstrahlen nur ein Gefäß, meist aber mehrere. Die Gefäße stehen einzeln oder zu mehreren (bis zu 6) in Tangentialreihen, sie sind im Querschnitt

rundlich oder elliptisch und radial gestreckt; Gefäßwände mit kleinen, nur 0,004 mm breiten, spaltporigen Hoftüpfeln besetzt. Zwischen breiten Markstrahlen verlaufen auch einzelne schmale einschichtige Strahlen. Alle Markstrahlzellen sind mit rotbraunem Inhalt angefüllt. Im Tangentialschnitt liegen zwischen sehr großen, 1,2—3 mm hohen und 0,2—0,5 mm breiten Markstrahlen ungleich

Abb. 80.
Furnierblatt einer »Seideneiche«.

breite Längsstreifen hell- und dickwandiger Holzfasern oder dünnwandige, klein- und reichlich getüpfelte, braunen Inhalt führende Parenchymzellen, stellenweise mit Gefäßen. In diesen Längsstreifen verlaufen einzelne schmale, einschichtige, ein- bis fünfstöckige (0,07 bis 0,18 mm hohe) Markstrahlen. (Bem.: Ein einschichtiger Markstrahl ist so vielstöckig, als er im Tangentialschnitt des Holzkörpers Zellen zeigt.) Die Zellen der letzteren sind 0,03—0,19 mm hoch und 0,012—0,02 mm breit, im radialen Längsschnitt gleich den Kantenzellen der großen Markstrahlen meist kürzer als hoch. Im Innern dieser sind die Zellen 0,004—0,028 mm weit und (in radialer Richtung) meist mehrmals länger, einzelne Randzellen wohl auch höher und kürzer. Holzfasern mit winzigen, stellenweise ziemlich zahlreichen, anscheinend unbehöften Tüpfeln.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, doch ziemlich leichtspaltig.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen zahlreiche erstarrte Tropfen und Klumpen meist homogenen und lebhaft rotbraunen Kernstoffs, der stellenweise auch dünne Belege an den Gefäßwänden bildet. In einzelnen Gefäßen auch weißlicher Inhalt. In den Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen stellt die nämliche Substanz gleichfalls Wandbelege oder teils solide, teils von Hohlräumen durchsetzte Ausfüllungen her. Ein Teil des Gefäß- und Zelleninhaltes wird von Alkohol gelöst.

Verwendung: Das Holz wird in der Möbel- und Kunsttischlerei verarbeitet.

b) Das Seideneichen-Holz »Silky oak«.

Holzcharakteristik (5, 24): Die als Seideneiche, »Silky oak«, bezeichneten Hölzer zeigen rötlich-hellbraune Färbung, im äußeren Ansehen und inneren Bau durchaus die Eigenart der Proteaceenhölzer und als solche namentlich im radialen Längsschnitt eine sehr auffällige Zeichnung, wie sie durch die zahlreichen breiten Markstrahlen je nach dem mehr oder weniger genauen Verlauf jener Schnittrichtung in mannigfaltiger Weise hervorgebracht wird. Die Schnittfläche erscheint dann meist mit zahlreichen, lebhaft glänzenden, nach Form und Größe ungleichen Flecken und Streifen übersät und gewinnt so ein hervorragend schönes Aussehen (Abb. 80). Diese Hölzer sind von mittlerer Härte und Schwere und ziemlich leichtspaltig, die Spaltfläche verläuft wegen der breiten, dichtgefügten Markstrahlen unregelmäßig wellig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 24): Im allgemeinen der der Proteaceenhölzer, doch innerhalb dieses mit Ungleichheiten bei verschiedenen Mustern.

So zeigt ein solches (*A*) den nachstehend beschriebenen Bau: Anzahl der Parenchymzonen zwischen je zwei breiten Markstrahlen auf 1 mm Länge (in radialer Richtung) meist 2—3 mit zusammen 6—10 Gefäßen; diese in den Parenchymzonen, hier mitunter vereinzelt, 0,04 bis

0,28 mm weit. Jene Zonen drei- bis sechsschichtig, im Querschnitt mit oft kaum abgeplatteten, isodiametrischen oder in radialer Richtung sogar etwas gestreckten Zellen. Faserzonen breiter und mehrschichtiger als die Parenchymzonen, Anordnung der einzelnen Fasern wenig regelmäßig, diese derb- bis dickwandig, mit sehr kleinen, doch meist deutlich behöften Tüpfeln. Höhe der großen Markstrahlen meist 2—4 mm, bei einzelnen auch 5 bis 6 mm, bei 0,20—0,37 mm Breite. Markstrahlzellen vorwiegend dünnwandig, besonders an den Kanten und Flanken jener, im inneren auch dickwandiger, hier oft nur 0,008 mm, dort bis 0,08 mm im Lichten weit (hoch!). Kleine einschichtige Markstrahlen 0,07—0,49 mm hoch, oft nur ein- bis zweistöckig, doch die meisten drei- bis sechs-, einzelne bis elfstöckig, ihre Zellen dünnwandig, auf Radialschnitten sämtlich kürzer (schmäler) als hoch.

Inhaltsstoffe: Zellinhalt spärlich, im Holzparenchym und in den Markstrahlen nicht selten runde, tropfenähnliche braune Ballen, stellenweise auch krümlige Massen. Gefäße meist leer, nur in einzelnen hell- bis dunkelbrauner Inhalt.

Bemerkung: Nach Literaturangaben sollen *Grevillea robusta* A. Cunn. und *Stenocarpus salignus* R. Br. »Silky oak«-Holz liefern. Keine der unter obigem Namen untersuchten Holzproben zeigte jedoch den feineren Bau des Holzes von *Stenocarpus salignus* R. Br., wenn sie auch äußerlich miteinander übereinstimmten.

Bei einer anderen Probe (*B*), bezogen von einer Holzeinfuhrfirma Deutschlands, betrug die Anzahl der Parenchymzonen zwischen je zwei breiten Markstrahlen auf 1 mm Länge (siehe oben) 4—5, jene waren meist nur ein- bis zweischichtig, ihre Zellen stark abgeplattet, d. h. im Querschnitt mit stark verkürztem radialen Durchmesser, die Gefäße, sämtlich der Innenseite der Parenchymzonen anliegend, zahlreicher als bei *A*, auf 1 mm radialer Länge etwa 18—24, auch ungleicher in der Weite (die bei vielen nur 0,175 mm betrug). Faserzonen unter sich von ungleicher Breite, doch allermeistens breiter als die Parenchymzonen, die einzelnen Fasern stellenweise in ziemlich regelmäßigen Radialreihen, dickwandig bis sehr dickwandig, mit kleinen, schwach behöften Tüpfeln. Große Markstrahlen 5—10 mm hoch und 0,37—0,46 mm breit, ihre Zellen etwas derbwandig, 0,008—0,10 mm im Lichten weit, die weitesten im Inneren, alle ziemlich isodiametrisch. Die kleinen einschichtigen Markstrahlen 0,07—0,51 mm hoch, meist nur ein- bis dreistöckig, ihre Zellen 0,096 bis 0,12 mm hoch und 0,012 mm breit, im Radialschnitt schmäler als hoch. — Im Holzparenchym und in den Markstrahlen runde, tief rotbraune Ballen oder braunes Gekrümel, immer den größten Teil des Lumens frei lassend. In den Gefäßen vielfach rotbrauner Wandbeleg und ebenso gefärbte derbere, tropfenartige oder klumpige Massen, die aber das Lumen niemals ganz verlegen.

Diese ungewöhnlich schönen Hölzer, ziemlich leicht, leicht zu bearbeiten und sehr polierfähig, sind sehr geeignet zur Herstellung feiner Möbel, von Türfüllungen u. dgl.

56. Weißes Sandelholz.

Stammpflanze und Familie: *Santalum album* L. — Santalaceae.

Botanische Synonyme: *Sirium myrtifolium* Roxb.

Nomenklatur: »Gelbes Sandelholz«, »Echtes Sandelholz«, »Sandelholz«, »Santalholz«, »Chandana«, »Santagu«, »Tanmuh«, »Tjadana«.

Heimat: Britisch-Indien; westliche Halbinsel von Nasik und den nördlichen Circars, Indomalaiisches Florengebiet.

Kultiviert: Bombay, Madras, Poona, Gujeret und einige Teile des nördlichen Indiens. In Mysere Staatsmonopol. Die wichtigsten Sandelholz liefernden Provinzen des östlichen Indiens sind: Mysere (1852 t Holz jährlich); Coorg (102 t jährlich); Coimbatore-Nord (27 t jährlich); Nilgiris (21 t jährlich); Salem (18 t jährlich); Nord-Arcot (6,25 t jährlich). In Indochina (Tonkin) wird der Sandelbaum in der Provinz Quang-Yen ausgebeutet.

Das Holz kommt von Tellichery und Bombay in Stammstücken von 9—12 dm Länge, 7—20, selten bis 35 cm Dicke und dünnem Mark nach Europa (59, 2).

Holzcharakteristik (5, 25): Holz gelblich, stellenweise rötlich mit abwechselnd helleren und dunkleren, rötlichen Ringzonen. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich, erst mit der Lupe auf der Hirnfläche als ziemlich gleichmäßig verteilte Poren zu erkennen (6, 6). Auf dem Längsschnitt erscheinen die Gefäße als wenig auffällige Furchen; die Markstrahlen als kurze, oft rötliche Strichelchen. — Auf frischen Schnittflächen von starkem, durchdringend aromatischem Duft, der um so stärker ist, je tiefer das Holz gefärbt ist (59, 1).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 25; 60, 1; 61, 1): Gefäße ziemlich gleichmäßig zerstreut, meist einzeln, 0,017—0,070 mm weit, dickwandig, mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Markstrahlen zerstreut, 2—4 Zellen breit und 3—20, meist 7—12 Zellen (0,13 bis 0,26 mm) hoch, einzelne auch einschichtig. Markstrahlzellen meist 8—16 μ hoch, gleichförmig. Fasertracheiden dickwandig, mit zahlreichen Hoftüpfeln, sie bilden die Grundmasse. Holzparenchym vereinzelt, oft, besonders neben den Markstrahlen, in Kristallkammern geteilt, diese dann auffallend breit, mit entsprechend verdickter Wand; je einen großen Kalziumoxalatkristall allerseits lückenlos umschließend. Die für das freie Auge wahrnehmbaren Jahresringgrenzen sind unter dem Mikroskop nur durch eine wenig auffällige Abplattung der Tracheiden und die ungleiche Weite der beiderseits angrenzenden Gefäße erkennbar.

Beschaffenheit: Gleichmäßig dicht, ziemlich hart und schwer, in Wasser nicht sinkend, schwerspaltig. Das Holz wird nicht von weißen Ameisen befallen.

Inhaltsstoffe: Alle Elemente, besonders die Parenchymzellen, enthalten das wohlriechende, schwach gelbliche Sandelöl. Dieses tritt entweder in kleinen, der Wand anliegenden Tröpfchen auf oder in größeren, den Lichtraum der Fasern und Parenchymzellen stellenweise ausfüllenden Massen. Das Öl ist in Alkohol rasch und vollständig löslich. (Siehe Äther. Öle Nr. 37.) In den Markstrahlen und im Parenchym, ferner an rötlichen Stellen und alten Schnittflächen auch roter, in Alkohol unlöslicher, mit Eisenchlorid sich tief schwärzender Inhalt.

Verwendung: In der Heimat seit den ältesten Zeiten zu religiösen Opfern vor Götterbildern, zur Herstellung der Heiligenbilder und zu Dekorationsgegenständen für die Tempel verwandt, ferner zur Gewinnung des ostindischen Sandelöles (hauptsächlich aus dem Kernholz) und zur Herstellung von Luxuswaren verarbeitet. Das Sandelholz wird auch als sehr dauerhafter Ersatz des in der Holzschneidekunst gebrauchten Buchsbaumholzes empfohlen (12, 7), so hauptsächlich das dunkelfarbige, auf felsigem Boden gewachsene Holz. In Indien benutzen die Hindus das Holz in der Medizin und gepulvert als Farbzusatz zum Malen ihrer Kastenzeichen. Auch für Pultfächer, Einlegearbeiten und als Räucherholz benutzt. Über Anbau und Handel siehe Koenig (503).

Geschichtliches: Das Sandelholz war bereits im Altertum bekannt, die alten chinesischen Schriften und Sanskritbücher erwähnen es. Die alten Ägypter nutzten das Sandelholz 1790 Jahre vor unserer Zeitrechnung, und zwar im sogenannten »Punt«, zwischen dem Golf von Aden und dem persischen Golf gelegen. Saladin d'Ascoli beschrieb im 15. Jahrhundert ein weißes, gelbes und rotes Sandelholz. Barbosa berichtet im Jahre 1511, daß das weiße und gelbe Sandelholz von der Malabarküste käme und zehnfach höheren Wert besäße als das rote Sandelholz. Die erste Abbildung des Baumes wurde durch Rumpf im Jahre 1741 veröffentlicht. Bis um die Mitte des 18. Jahrhunderts kam Sandelholz ausschließlich aus Ostindien. Nach Erforschung der Südsee erstreckte sich der Handel auch auf deren Inseln, besonders der Fidji-Insel Vanua Levu. Ihr Sandelholz stammte jedoch nicht von *Santalum album*, sondern von *Santalum Yasi* Seemann. Durch Raubbau ist dieser Baum fast ausgerottet. Die Eingeborenen bezeichnen sein Holz mit »Laau ala«, den Baum mit »Iliahi« und die in der Nähe der See wachsende Art *Santalum littorale* mit »Iliahi aloe«. Auf Hawai waren durch den Raubbau bereits 1820 die Sandelholzbestände verwüstet. Das von den Eingeborenen zur Hebung des Handels mit »Naio« benannte

aromatische Holz von *Myoporum sandwicense* A. Gray konnte das ausgerottete Sandelholz nicht ersetzen.

Bemerkungen:

1. Nach P. Hubert ist der Sandelbaum ein Parasit und ernährt sich durch Haustorien, welche sich auf den Wurzeln benachbarter, besonders ausgewählter Bäume festsaugen. A. Barber berichtet, daß je nach dem Vorhandensein reichlicher Nährbäume das Kernholz stärkeren oder schwächeren Ölgehalt haben soll. M. Lushington und andere Autoren bezweifeln diese Annahme. Im allgemeinen wird angenommen, daß Bäume von fruchtbaren tiefen Böden, welche ein rascheres Wachstum besitzen, weniger Öl enthalten, als langsam wachsende Bäume. Der Ölgehalt des Holzes scheint ferner von der Höhenwuchslage des Baumes abhängig zu sein. In Erhöhungen von 700 m trifft man Sandelbäume, die kein riechendes Holz haben; erst zwischen 700—1160 m Höhe erreicht das Holz den größten Ölgehalt.

2. Der Sandelbaum wird etwa im Alter von 50 Jahren hiebreif. Die Bildung des riechenden Holzes erfordert einen Baumumfang von 0,60—1 m. Die Hiebe erfolgen alle 10 Jahre und umfassen 40—50 jährige Bäume, aber auch schon 20—25 jährige Bäume sollen zur Fällung kommen.

3. Die chinesischen Handelshäuser unterscheiden die Sorten »South-Sea Island« »Timor« und »Malabar«. Letztere ist die wertvollste Sorte (59, 3). In China werden jährlich etwa 6000 t Sandelholz eingeführt (12, 7), wovon das meiste ostindischer Herkunft ist.

4. Die jährliche Ausfuhr des Haupthandelsplatzes Bombay beträgt 5000 kg (12, 8). Ein Kilogramm Holz liefert etwa 9,6 g Öl. Über Gewinnung und Beschaffenheit des Öles berichtet Sawer (59, 3).

5. Bei der Gewinnung des Holzes werden die Bäume direkt nach der Fällung abgeschält, in Blöcke von etwa 60 cm Länge gehauen und mehrere Monate in die Erde gelegt. Die Termiten fressen den Splint vollständig ab, lassen jedoch das wohlriechende Kernholz unberührt. Die Blöcke werden dann, nach Zurichtung mit der Axt in geschlossenen Speichern einige Wochen langsam getrocknet, um den häufigen Kernrissen vorzubeugen.

6. Unter dem Namen „Sandana" ist auf den Philippinen und in Britisch-Nord-Borneo ein aromatisches Holz bekannt. Dieses ist im Visayan-Dialekt auf *Toona calantas* M. u. R. (Meliaceae) den »Calantas« und auf *Pentacme contorta* M. u. R. (Dipterocarpaceae) dem »White Lauan« zu beziehen. »Sandana« und »Chandana« sind Sammelnamen für verschiedene Arten von Sandelholz, aber auch für andere mehr oder weniger aromatische Hölzer.

Ersatz-Sandelhölzer.

1. Macassar-Sandelholz. Ein Holz, welches sehr wahrscheinlich von einer *Santalum spec.* stammt und von den Sandelholzinseln an der Nordwestküste Australiens, Timor und Sumba nach Macassar auf den Markt gebracht wird (60, 1; 61, 2). Es ist dem echten Sandelholz sehr ähnlich.

2. Sandelholz der Fidji-Inseln stammt von *Santalum Yasi* Seemann (60, 2). »Yasi Fiji sandalwood«. Diese Art ist fast ausgerottet (s. S. 1384).

3. *Exocarpus latifolia* R. Br. Santalaceae. 3—5 m hoher Baum Nordwestaustraliens, der malaiischen Inseln bis zu den Philippinen.

Nomenklatur: »Scrub sandalwood.«

Holzcharakteristik: Dunkelfarbiges, aromatisches Holz. Sehr hart, grobfaserig, gut politurfähig.

Verwendung: Minderwertiges Sandelholz von geringeren Dimensionen, zum Zimmerhandwerk benutzt.

4. Südwestaustralisches Sandelholz: Dieses stammt in der Hauptsache von:

a) *Fusanus acuminatus* R. Br. — Südwestaustralien.

b) *Fusanus cygnorum* (Miq.) Benth. = *Santalum cygnorum* Miq. — Süd- und Westaustralien; 9 m hoher Baum.

Nomenklatur: »Australian sandalwood, »Fragant sandalwood«.

Holzcharakteristik: Gelbbraunes, mit dunklen Streifen versehenes, sehr feinfaseriges, aromatisches Holz. Der Geruch erinnert an brennende Räucherkerzen. Das Holz schmeckt widrig. Die Wasserlösung ist farblos, die Alkohol-

lösung schwach gelblich. Gefäße klein und undeutlich, nur mit der Lupe sichtbar, ziemlich gleichmäßig verteilt, 70 bis 100 je 1 qmm, zur äußeren Jahresringbreite hin an Zahl vermindert. Gefäßringe fehlen. In den Gefäßen zuweilen karminroter Inhalt. Markstrahlen gerade noch mit der Lupe sichtbar, nur von einer Größe, zahlreich, dichter als das Grundgewebe, 9—14 je 1 mm, wellenförmig. Jahresringverlauf gut sichtbar. Holzgewicht: 743,5 kg je 1 cbm (nach Boulger).

Verwendung: Ähnlich wie beim echten Sandelholz zu Luxuswaren, Räucherzwecken usw.

c) *Fusanus persicarius* F. v. Muell. »Native sandalwood«. Das Holz ist etwas geringerwertig als das von *F. cygnorum* (Miq.) Benth.

d) *Santalum lanceolatum* R. Br. Tropisches Australien. »Australian sandal wood.« Ein bis 7,5 m hoher Baum, von gelblichem, festem, dichtfaserigem Holz welches sich gut polieren läßt und wie das echte Sandelholz verwandt wird.

e) *Santalum Preissianum* Miq. »Quandong.« Das Holz ist tiefbraun, sehr hart und schwer und enthält 5% eines klebrigen, kirschroten Öles. In geraspeltem Zustande duftet das Holz nach Rosen.

Fusanus acuminatus R. Br. unterscheidet sich von dem ostindischen Sandelholz durch die in kurzen radialen Reihen auftretenden Gefäße (60, 3).

5. Das westindische Sandelholz aus Venezuela wird im Verschickungshafen Puerto Cabello »Bucita capitala« (12, 8) genannt. Es unterscheidet sich von echtem Sandelholz durch die in etwas längeren radialen Reihen auftretenden Gefäße. Die Abstammung ist nicht bekannt. Es ist ein hartes, zähes, schweres, im Wasser sinkendes Holz, das sich schwer schneiden und spalten läßt (60, 4). Der Geruch dieses Holzes ist schwach und völlig verschieden von dem des echten Sandelholzes.

6. Sandelholz der Insel Mocha (Chile), (Saxifragaceae), stammt von *Escallonia macrantha* Hook. et Arn.

7. *Collignaya odorifera* Molin. (Chile), (Euphorbiaceae), liefert ein beim Verbrennen Rosenduft entwickelndes Sandelholz.

8. Als »Rotes Sandelholz« sind in Indien bekannt:

a) *Pterocarpus santalinus* L. (Leguminosae);

b) *Adenanthera pavonina* L. (Leguminosae);

c) *Pterocarpus tinctorius* L. (Leguminosae), »Santal rouge d'Afrique« (nach Paul Hubert).

9. Cochinchina-Sandelholz:

a) *Dysoxylum Loureiri* Pierre (Meliaceae);

b) *Lepidaglaia Baillioni* Pierre (Meliaceae). Das Holz dieser großen in Cochinchina wachsenden Bäume wird wegen des sandelholzähnlichen Geruches beim Verbrennen zu Räucherzwecken verwendet.

10. »Bastard-Sandelholz« Indiens. Dieses sehr aromatische Holz stammt von:

a) *Erythroxylon monogynum* Roxb. (Erythroxylaceae). Südliches Indien und Ceylon.

b) *Myoporum tenuifolium* (Myoporaceae). Sandwichinseln.

c) *Eremophyla Mitchelli* Benth. (Myoporaceae).

11. »Gelbes Sandelholz« stammt von *Ximenia americana* L. (Olacaceae). »Yellow sanders«. Bemerkungen: Das von Wilhelm (5, 25) als intensiv duftend, ohne weitere Angabe erwähnte »Gelbe Sandelholz« dürfte hierher gehören. Das Holz unterscheidet sich von weißem Sandelholz durch eine dunklere, mehr gelbbraune Färbung, ferner durch durchschnittlich größere, meist 0,05—0,08 mm-Gefäße, welche durch vereinzelte, blasenförmige, meist gebräunte Thyllen verstopft sind, ferner durch kubische oder aufrecht-prismatische, 28—56 μ hohe Kantenzellen der Markstrahlen und durch das Fehlen der Kristallkammern.

12. *Plumiera alba* L. (Apocynaceae), Westindien. Ein minderwertiges Sandelholz.

13. »Grünes Sandelholz« (59, 4). Aus Sansibar. »Lawa.« Ein solches Holz, von einer *Croton*-Art stammend, kommt ebenfalls von Sansibar und von Madagaskar. — Dieses Holz wird in Indien eingeführt und findet dort bei Leichenverbrennungen Verwendung.

14. »Hasoranto.« *Santalina madagascariensis* (Rubiaceae). Madagaskar.

Dieses tiefbraune, sehr harte und zähe Holz besitzt dem echten Sandelholz ähnliche Eigenschaften. Es wurde zum erstenmal von Tamatava nach Sansibar und dann nach Europa gebracht.

15. »Ostafrikanisches Sandelholz.« *Osyris tenuifolia* Engl. Santalaceae (siehe Nr. 57).

16. Sandelhölzer der Hawaiinseln (63, 1):

a) *Santalum Freycinetianum* Gaud. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Gaud. var. δ *ellipiticum*; in part. *Santalum ellipticum* Rock. (nicht Gaud.). Heimat: Im östlichen Teile der Insel Oahu, sehr häufig im Palolatale.

b) *Santalum lanaiense* Rock. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Gaud. var. *lanaiense* Rock. Kleiner, knorriger Baum.

c) *Santalum haleakalae* Hbd. Botanisches Synonym: *Santalum pyrularium* Gray var. β Gray. Bis 4,5 m hoher Baum.

d) *Santalum ellipticum* Gaud. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Gaud. var. *ellipticum* Gray. Bis 8 m hoher Baum mit kurzem Schaft; von Kauai.

e) *Santalum pyrularium* Gray. Bis 15 m hoher Baum der äußersten Grenzgebiete der Waldungen und der halbtrockenen Mischwaldungen von Kauai. Im Inland, an den Rändern des Regenwaldes entwickelt der Baum einen geraden und einen größeren Schaft.

f) *Santalum Pilgeri* Rock. Botanische Synonyme: *Santalum Freycinetianum* Hbd. (nicht Gaud.); in part. *Santalum Freycinetianum* Rock. (nicht Gaud.), *Santalum affine* Pilger. Bis 16 m hoher Baum, der mitunter kleinere, reine Bestände auf sogenanntem aa = »rauhem« Lavafeld bei Pulehua, auf den Südhängen des Mauna Loa, 1500 m hoch, bildet.

g) *Santalum Pilgeri* var. *luteum* Rock. Bis 15 m hoher Baum der Lavafelder von Süd- und Nordkona, Huehue bis Puuwaawaa.

h) *Santalum paniculatum* Hook. et Arn. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Gaud. var. *latifolium* A. Gray. Bis 6 m hoher Baum oder stark verzweigter, häufig vorkommender Baumstrauch.

i) *Santalum cuneatum* (Hbd.) Rock. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Gaud. var. γ *cuneatum* Hbd. Kleiner Baum oder Strauch von Lanai, Kaaküste, Lanai.

k) *Santalum cuneatum* var. *laysanicum* Rock. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* Bitter (nicht Gaud.). 5 m und höherer Strauch der Laysaninsel.

l) *Santalum littorale* (Hbd.) Rock. Botanisches Synonym: *Santalum Freycinetianum* var. *littorale* Hbd. 1,5 m hoher Baum von Oahu und Hawai.

17. *Santalum austro—caledonicum* Vieill. Neukaledonien. 1 kg des Holzes liefert nur 250 g eines hellgelben Öles von feinem, scharf aromatischem Geruch. Das Öl ist in der Parfümerie und Pharmazie sehr geschätzt.

18. *Santalum Cunninghamii* Hook. (Mairi). Neuseeland.

19. *Santalum Hornei* Seem. Auf der Insel Eromanga.

20. *Santalum insulare* Bertero. Auf Tahiti.

21. *Plumiera alba* L. (Apocynaceae). Westindien.

57. Ostafrikanisches Sandelholz.

Stammpflanze und Familie: *Osyris tenuifolia* Engl. — Santalaceae.

Nomenklatur: »East African sandalwood«, »Sandali«, »msulu«.

Heimat: Aufrechtästiger, bis 15 m hoher Baumstrauch Ostafrikas, in der Umgebung des Kilimandscharo; an Flußläufen, am Rande des ostafrikanischen Grabens und in Westusambara (527).

Holzcharakteristik: Kernholz der frischen Schnitte braun bis bräunlich weinrot. Splintholz schmal, bedeutend heller. Jahresringartige Zeichnung mit bloßem Auge schwach erkennbar. Markstrahlen treten nur unter der Lupe als helle Linien hervor. Zwischen diesen liegen die Gefäße einzeln, ziemlich gleichmäßig zerstreut, als feine nadelstichartige Löcher sichtbar. Längsschnitt mehr bräunlich mit deutlichem Stich ins rötliche; an der Luft nachdunkelnd. — Im Gegensatz zum echten Sandelholz zeigt dieses fast weißen Splint, der an der Luft hellgelb wird, während der sehr deutliche Jahresringe tragende Kern bräunliche Farbe hat, die im Herbstholz dunkler als im Frühjahrsholz ist.

Anatomische Holzcharakteristik (vgl. auch 5, 26): Das »Osyrisholz« wie das »echte Sandelholz« zeigen auf der Hirnfläche keine Unterschiede Beide bestehen in der Hauptmasse aus rundlichen oder polyedrischen, stark verdickten Libriformzellen, zwischen denen bei *Osyris* etwas häufiger dünnwandige Parenchymzellen erscheinen. Gefäße durchschnittlich 0,06 mm Durchmesser. Längsschnitt: Libriformfasern 0,53—1,18 mm lang (bei *Santalum* nur ungefähr halb so lang) mit nur wenigen linksschiefen Tüpfeln (bei *Santalum* sind die Tüpfel sehr zahlreich), haben sehr kurze Glieder, die sich in charakteristischer Weise derart aneinanderketten, daß jedes Glied vom folgenden durch eine schiefe, kreisförmig durchbrochene Querwand geschieden, sich seitlich verlängert, und wenn oben rechts dann unten links oder umgekehrt in eine aufrechte Spitze von wechselnder Länge ausläuft. Wilhelm (5, 26) beschreibt die Glieder folgendermaßen: »Die Gefäßglieder gleichen gewöhnlich an beiden Enden dem Kopf eines Federhalters mit eingesteckter Stahlfeder.« Mitunter gleichen die Spitzen in ihrer Länge den Gliedern an sich, mitunter sind sie auf kurze Zapfen reduziert oder es gleicht die ausgezogene Spitze dann einem Gliedende. Die Gefäßwandungen sind von kreisförmigen Hoftüpfeln mit schmalem Querspalt durchbrochen. Markstrahlen setzen sich aus 12—14 Zellagen zusammen. Markstrahlen und auch Holzparenchymzellen entsprechen denen des echten Sandelholzes (siehe Nr. 56). Die Markstrahlzellen sind stark radial gedehnt, mit einfachen großen Rundporen nach den Gefäßen hin. Das Holzparenchym bildet einseitige, Gefäße und Markstrahlen spärlich verknüpfende Bänder; die Zellen haben ebenfalls nach den Gefäßen hin einfache große Kreisporen. Sonst dem Holz von *Santalum album* gleichend.

Beschaffenheit: Im Gefüge, wie in Schneid- und Spaltbarkeit usw. dem Holze von *Santalum album* entsprechend. Geraspelt und angebrannt duftet das Holz wie Räucherkerzen.

Inhaltsstoffe: Der riechende Stoff ist wahrscheinlich das braune Harz, welches zuweilen Markstrahlen und einzelne Gefäße streckenweise erfüllt und in den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms entsteht.

Verwendung: Ähnlich dem Holz des echten Sandelbaumes.

58. Wuláholz.

Stammpflanze und Familie: *Coula edulis* Baill. — Olacaceae.

Nomenklatur: »Afrikanischer Birnbaum«, »bokumia«, »bonwula«, »Coula«, »attia«, »nkula«, »Almond wood«.

Heimat: 20 m, bis selten 40 m hoher Baum Kameruns (10, 13; 11, 3).

Holzcharakteristik (5, 27; 9, 10; 10, 13): Holz hellrötlich lachsfarben bis braunrötlich, auf dem Hirnflächenschnitt mit zahlreichen hellen Pünktchen (Gefäßen), die in Querporen dichter oder weniger dicht liegen und dadurch eine jahrringartige Zeichnung hervorrufen. Markstrahlen äußerst fein und sehr zahlreich. Längsschnitt ohne auffällige Struktur, fein nadelrissig. Die Gefäße unter der Lupe glänzend (Abb. 81).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 27): Keine Jahresringe. Gefäße einzeln oder zu zweien, auch dreien radial gereiht, meist 0,09—0,14 mm weit, mit querovalen einander gewöhnlich nicht berührenden Hoftüpfeln. In den Gefäßen ziemlich dünnwandige Thyllen, welche meistens die Gefäße vollständig ausfüllen, so daß diese im Längsschnitt oft wie durch Querwände gefächert erscheinen. Gefäßgliedenden leiterförmig durchbrochen; die Querspangen sind derb, bis 0,008 mm breit und meist 5—7 an der Zahl. Libriformfasern bilden die Grundmasse; sie sind sehr dickwandig, mit fast verschwindendem Lumen, meist in regelmäßigen Radialreihen angeordnet, im Querschnitt rundlich, queroval bis schmal rechteckig, anscheinend nicht getüpfelt. Ihr radialer Durchmesser ist, wenn sie an der Vorder- und Rückwand von Gefäßen oder zwischen einander sehr genäherten Markstrahlen liegen, sehr verkürzt. Holzparenchymzellen liegen in der Fasergrundmasse zahlreich, teils einzeln, teils in kurzen Querreihen zerstreut; die Zellwände sind dünn getüpfelt. Nach den Gefäßen hin große, querovale Tüpfel; die Breite dieser Tüpfel kommt der der Wandfläche nahezu gleich. Markstrahlen

sehr zahlreich, 14—19 auf 1 mm Hirnflächenschnittsbreite (hier zwischen je zwei benachbarten oft nur eine Radialreihe breiter Fasern); im Tangentialschnitt schmal, 0,140—1,750 mm und darüber hoch, meist einschichtig, wenn sie aus hohen Zellen, meist zweischichtig, wenn sie aus kurzen Zellen bestehen. Solcher kurzzelliger Strecken können in hohen Markstrahlen bis fünf vorhanden sein, durch hochzellige Strecken getrennt. Manche Markstrahlen nur einschichtig und hochzellig. In dieser Ansicht mißt der Lichtraum der hohen Zellen 0,024 bis 0,080 mm, der der niederen 0,004 bis 0,008 mm. Die Kantenteile der Markstrahlen bestehen meistens aus mehreren Stockwerken hoher Zellen, mitunter sind sie kurzzellig. Im Radialschnitt erscheinen die kurzen Markstrahlen in der Richtung des Markstrahlverlaufs immer gestreckt, die hohen dagegen quadratisch bis palisadenförmig, letztere sind 2—3 mal schmaler als hoch, mit großen querovalen Tüpfeln nach den Gefäßen hin. Hierdurch entstehen, wie bei Holzparenchymzellen, die den Gefäßen anliegen, Bilder, die an leiterförmig durchbrochene Querwände von Gefäßgliedern erinnern.

Beschaffenheit: Unverwüstlich, sehr fest, außerordentlich hart und dicht, gerad- und langfaserig, jedoch uneben spaltend, biegsam; leimt, poliert, hobelt, sägt und drechselt sich gut und fühlt sich fettig an.

Prüfung: Spez. Gewicht (10,13): 0.995—1,043 (nach E. Appel); 1.073 (nach Chevalier).

Inhaltsstoffe: In vielen Markstrahl- und Holzparenchymzellen hellbrauner Inhalt. Dieser wird mit Eisenchlorid schwärzlich. Auch die Wände der Füllzellen färben sich schwärzlich. In manchen Zellen harziger, in Alkohol löslicher Kernstoff. Im Holzparenchym häufiger Kalziumoxalatkristalle.

Verwendung: Gutes Bau- und Bahnschwellenholz, auch für Tore, Treppen, Holzpflaster, Bildhauerei verwandt. Erstklassiges Drechslerholz. Es läßt sich wie Weißbuchenholz verwenden, ist diesem jedoch, weil es nicht stockt, überlegen. Das Holz dient als Ersatz für »Birnbaum«- und »Eichenwerkholz«.

59. Coccolobaholz.

Stammpflanze und Familie: *Coccoloba uvifera* L. — Polygonaceae.

Nomenklatur: »Coccoloboholz«, »Seetraubenholz«, »Papaturro« (Kostarika).

Heimat: Kleiner bis 8 m hoher Baum des südlichen Florida, der Bermuda- und Bahamainseln, Westindiens, Südamerikas (Columbien bis Brasilien) und Kostarikas.

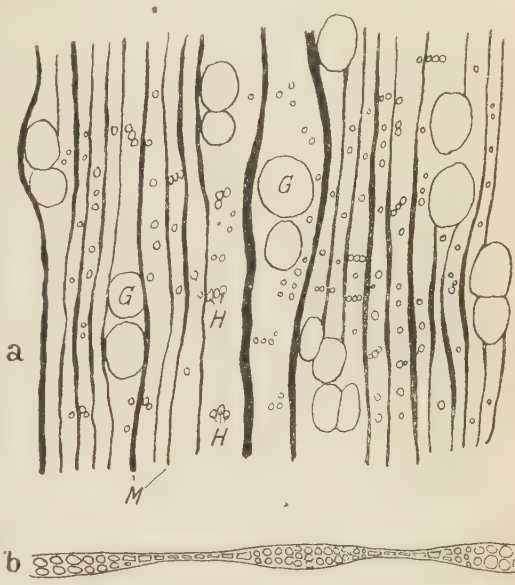


Abb. 81.
Coula edulis Bork. »Wuláholz.« *a* Holzquerschnitt. *m* Markstrahlen. *G* Gefäße. *H* Holzparenchymzellen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. *b* Markstrahlen, durch Bänder stehender Markstrahlzellen verbunden. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

Holzcharakteristik (5,28): Holz tief rötlichbraun (Farbe des gebrannten Okers). Hirnflächenschnitt fast strukturlos. Das Lupenbild zeigt ziemlich gleichmäßig verteilte Gefäße, diese einzeln oder zu 2—3, seltener zu mehreren, radial angeordnet, offen oder mit dunkelglänzendem Inhalt gefüllt. Markstrahlen sehr fein. Jahresringe nicht erkennbar. Holzlängsschnitt gleichmäßig dicht, schwach glänzend; die mit schwärzlichem, schwach glänzendem Inhalt angefüllten Gefäße zeigen sich in schmalen dunklen Längsstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,28): Gefäße vereinzelt, mehr oder weniger zusammengedrückt, 0,07—0,16 mm weit, mit kleinen, ziemlich

dicht gestellten, meist schräg gereihten Hoftüpfeln mit schmalen querspaltenförmigen Poren; diese oft zu mehreren in gemeinsame Wandschlitze mündend. Holzfasern dickwandig, in ziemlich regelmäßigen Radialreihen. Größe und Form im Hirnflächenschnitt sehr ungleich, meist oval, mit 0,028 mm weitem Lumen. Fasertüpfel sehr klein, meist unbehöft, auch gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen gerichtet. Kristallkammerfasern vorhanden, ohne rotbraunen Inhalt. Jahresringähnliche Zonen stellenweise deutlich in der Grundmasse. Markstrahlen meist einschichtig, vereinzelte zweischichtig, 2 bis 20 stöckig, meist 0,33—0,49 mm hoch, manchmal höher. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt 0,012—0,028 mm weit, meist isodiametrisch, Wände mitteldick; im Radialschnitt immer länger als hoch.

Beschaffenheit: Sehr hart, feinfaserig, dicht, zäh, schwer, im Wasser sinkend. Das Holz reißt nicht.

Inhaltsstoffe: Alle Gefäße und Zellen (Kristallkammerfasern ausgenommen) enthalten leuchtend rotbraunen, in Alkohol fast unlöslichen Inhalt.

Verwendung: In der Tischlerei, für Wasserbauten und Anfertigung von Messerstielen (517).

Bemerkungen: Das »Coccolobaholz« wird wegen seiner Härte und Schwere zu den »Eisenhölzern« gezählt. Es ist trotz seines Wertes im europäischen Handel nicht eingeführt. In Kostarika findet sich noch eine weitere Art: *Coccoloba caracasana* Meissn. unter der Benennung »Papaturro blanco«.

60. Katsuraholz.

Stammpflanze und Familie: *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc. — Trochodendraceae.

Nomenklatur: »Judasbaumblattholz«, »Kuchenbaumholz«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum Japans und Chinas.

Holzcharakteristik (5, 30): Splintholz hellbraun, Kernholz je nach Witterungseinflüssen gräulichbraun, rötlich bis dunkelrot. Jahresringe wenig hervortretend. Der Hirnflächenschnitt zeigt im Lupenbild zahlreiche, sehr gleichmäßig verteilte Gefäße und feine Markstrahlen. Holzlängsschnitt fein nadelrissig (an Nadelholz erinnernd), schön seidenglänzend mit helleren und dunkleren Längszonen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 30): Gefäße sehr zahlreich und gleichmäßig verteilt, oft unmittelbar aneinandergrenzend von meist eckiger Form, in radialer Streckung 0,04 bis 0,09 mm weit. Hoftüpfel ziemlich spärlich, klein, kreisförmig, schrägporig, meist in vereinzelten Längsreihen angeordnet; nach benachbarten Markstrahlzellen hin oft querelliptische Hoftüpfel, von der Breite des »Kreuzungsfeldes«. Leiterförmige Gefäßdurchbrechungen mit 30 bis 40, etwa 0,004 mm voneinander entferntstehenden Leisten. In den Gefäßen große, blasenförmige, dünnwandige Thyllen, die Gefäße fast ausfüllend. Holzparenchym fehlt. Fasertracheiden bilden die Grundmasse des Holzes, sie sind derb, im Spätholz stark abgeplattet. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist 0,12—0,44 mm hoch, gewöhnlich aus einem zweischichtigen, kleinzelligen Mittelstück mit einschichtigen, hochzelligen Kanten bestehend, zuweilen zwei kleinzellige, zweischichtige, durch eine einschichtige hochzellige Strecke verbundene Teile aufweisend. Kleine Markstrahlen kleinzellig, zweischichtig oder einschichtig und hochzellig. Der lichte Höhendurchmesser der kleinen Zellen 0,006—0,012 mm, der der Kantenzellen 0,02—0,06 mm. Die Kantenzellen im Radialschnitt quadratisch bis schmal rechteckig, die äußersten oft nur 0,008 mm breit, die inneren Zellen gestreckt. Die Einzelzellen sind derbwandig, an den Tangentialwänden reichlich getüpfelt. Die Wände aller Elemente sind mit bräunlichem Inhaltsstoff getränkt, in den Markstrahlzellen oft klumpiger tiefbrauner Inhalt.

Beschaffenheit: Holz von sehr gleichmäßigem Bau, weich, leicht und leicht spaltbar.

Inhaltsstoffe: Brauner Inhaltsstoff, der durch Eisenchlorid geschwärzt wird. Die Braunfärbung der Zellwände wird durch Eisenchlorid verstärkt.

Verwendung: Wertvolles Nutzholz zur Herstellung lackierter Holzwaren, Turngeräte und zum Zimmerhandwerk.

Bemerkung: Hoher starkwüchsiger Baum, der für die wärmeren Gegenden Europas anbauwürdig ist (nach H. Mayr). Die abgefallenen Blätter entwickeln einen stark kuchenartigen Geruch, deshalb der Name: »Kuchenbaum«.

61. Sauerdornholz.

Stammpflanze und Familie: *Berberis vulgaris* L. — Berberidaceae.

Nomenklatur: »Sauerdorn«, »Berberitzenstrauch«.

Heimat: Europa bis Himalaja.

Holzcharakteristik: Frische Schnittflächen mehr oder weniger lebhaft gelb gefärbt. Markstrahlen sehr deutlich. Im Lupenbild erscheint das Holz ringporig; zahlreiche helle Pünktchen im Jahresringe, welche im Stammholz netzartig erscheinen. Stammholz mit 3—5 mm dickem Mark, stärkere Stämme führen dunklen, bräunlichen bis bräunlichroten Kern (3, 1). Wurzelholz weniger deutlich ringporig, die hellen Pünktchen stärker zerstreut, Mark und Kernfärbung fehlen.

Anatomische Holzcharakteristik:

a) Stammholz: Gefäße des Frühholzes meist einreihig, 0,05—0,08 mm weit; die des Spätholzes meist in radial, quer oder schräg gestellten Gruppen, 0,017 bis 0,025 mm weit. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen, die engeren mit feinen Schraubenleisten. Tracheiden in Begleitung der Gefäße, auch an der Grenze des Herbstholzes, mit feinen Schraubenleisten. Markstrahlen vorwiegend groß, 0,5—0,8—2,5 und mehr mm hoch; 0,03—0,13 mm breit, 3—10-zellreihig; vereinzelte kleinere Markstrahlen einschichtig. Markstrahlzellen ziemlich dickwandig, die mittelständigen 4—6 μ, die kantenständigen, auch vereinzelte randständige, 11—20 μ hoch. Holzfasern dickwandig, etwa 8—11 μ weit, mit kleinen schiefspaltenförmigen Tüpfeln; im Winter stärkeführend. Holzparenchym fehlt.

b) Wurzelholz: Gefäße des Frühholzes ein- bis mehrreihig, 0,08—0,13 mm weit; die des Spätholzes einzeln oder in unregelmäßig zerstreuten Gruppen; 0,017 bis 0,05 und mehr mm weit. Markstrahlen groß, 0,33—1,7 mm hoch, 0,03 bis 0,08 mm breit; Markstrahlzellen 8—11 μ, auch 19—30 μ hoch. Holzfasern dickwandig, bis 14 μ weit. Sonst wie Stammholz.

Beschaffenheit: Stammholz hart, schwer, schwerspaltig. Wurzelholz leichter und etwas weicher.

Inhaltsstoffe: Gelber Farbstoff, der hauptsächlich in den Zellwänden gespeichert ist, verleiht den Wänden, mit Wasser behandelt, Zitronenfärbung. Der Farbstoff wird jedoch von Wasser selbst nicht aufgenommen, sondern wird nur durch heißen Alkohol vollständig ausgezogen. Es ist zweifelhaft, ob die Wände »Berberin« enthalten und dieses die Gelbfärbung verursacht (4, 1).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,69—0,94.

Verwendung: Stammholz zu Einlege- und Drechslerarbeiten; Wurzelholz zu Färbezwecken (Schafwolle und Baumwolle, für Holz, Leder und Seide) und zur Gewinnung des Berberins verarbeitet (s. Farbstoffe Nr. 123). Das Holz ist gut polierfähig.

62. Tulpenbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Liriodendron tulipifera* L. — Magnoliaceae.

Nomenklatur: »Yellow poplar«, »White wood«, »Canary wood«, »Canary whitewood«, »Hickory poplar«, »Saddletree«.

Heimat: Bis 60 m hoher Baum des östlichen Nordamerika; eine Abart in China; in Europa als Zierbaum angepflanzt.

Sorten: Sehr gefällige und weitläufig gemaserte Stücke mit schönem Atlasglanz werden als »Canary wood« oder »Canary whitewood« gehandelt (6, 1).

Holzcharakteristik (5, 32): Holz ziemlich grobfaserig, glänzend (2, 3), zerstreutporig; Splint weißlich oder bräunlich; Kern hellgrün, mitunter »gewässert«, d. h. heller und dunkler gestreift. Gefäße unkenntlich. Markstrahlen fein, deutlich sichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 321): Gefäße sehr zahlreich, im älteren Stammholz fast die ganzen Jahresringe ausfüllend; 0,05—0,12 mm weit; Gefäßgliedenden mit leiterförmigen Durchbrechungen, meist nur 2—4, 2,8—3 μ dicke und bis zu 28 μ voneinander entfernte

Sprosse, seltener diese mit 1—2 Querspangen gitterförmig verbunden (Abb. 11). Hoftüpfel queroval bis rechteckig mit langem, ziemlich breitem quergestelltem Spalt. Markstrahlen in der Breite 2—3 zellig, 0,03—0,09 mm; in der Höhe 6—20- und mehrzellig, 0,15—0,62 mm. Markstrahlzellen 11—22 μ, die der Kanten bis 28 μ hoch, letztere meist mit weit ins Zellumen hineinspringenden, unregelmäßig ausgeschwungenen, seltener zackigen Wandverdickungen (Abb. 82). Holzfasern auf schmale, zwischen den Grenzzonen der Jahresringe unregelmäßig verteilte Gewebestreifen beschränkt, ziemlich dickwandig, mit winzigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym nur in den Spätholzgrenzen der Jahresringe, mit auffälligen, stumpfzackigen Wandverdickungen. Über Anatomie der Magnoliaceae siehe auch Knight (453).

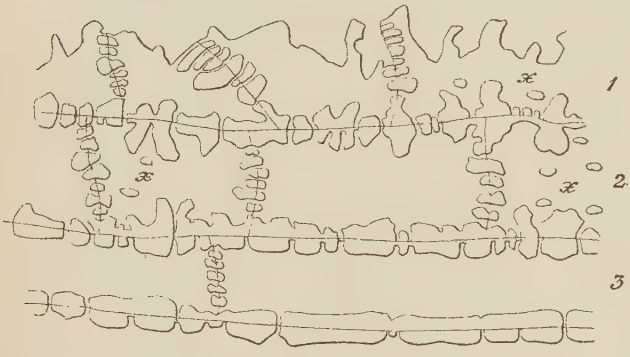


Abb. 82.
Stück eines Markstrahles von *Liriodendron tulipifera* im Radialschnitt (400/1), drei Zellreihen (1—3) zeigend, von denen die mit *1* bezeichnete die obere Kante des Markstrahles bildet. Bei *x* Tüpfel in der Rückwand der Zellen. Die den Markstrahlverlauf kreuzenden Längswände benachbarter Holzstrangzellen wurden nicht angedeutet. (Nach Wilhelm.)

Beschaffenheit: Fein, leicht, weich, leicht spaltbar, leicht bearbeitbar; je nach dem Alter mehr oder weniger brüchig. Leimt, firnißt und streicht sich gut.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,52—0,62.

Verwendung: In der Heimat wertvolles Nutzholz für Haus-, Wagen- und Schiffsbau, in der Möbelindustrie, Zigarrenkisten- und Zündholzindustrie verarbeitet. Das Holz liefert gute Pumpenrohre (8, 1) und hochwertigen, dichten Papierstoff (7, 2).

Bemerkungen: T. F. Hanausek hat die Zellformen eingehend untersucht und unterscheidet neben echten Libriformfasern Fasertracheiden und gefäßartige Tracheiden (7, 1).

Die Holzqualität ist von der Vegetationsbedingung des Baumes sehr abhängig. Die »gelbe Pappel« der Amerikaner, die wertvollste Sorte, ist auf tiefem, lockerem Lehm, die »weiße Pappel« und »blaue Pappel« der Amerikaner auf kiesigem Boden gewachsen. Letztere beiden liefern ein grobfaseriges und weniger dauerhaftes Holz.

»Amerikanisches Pappelholz« und »Amerikanisches Aspenholz« wird häufig als »Echtes Tulpenbaumholz« gehandelt. «Tulip wood« ist Holz der australischen Sapindacee *Harpullia pendula* Planch. Das englische Tulpenholz »Tulip wood« ist mit dem »Brasilianischen Rosenholz« identisch und stammt von der Lythraceae: *Physocalymna scarberrimum* Pohl aus Brasilien und Peru.

Fälschlich unter dem Namen »Tulip wood« und »Tulip tree« gehen im Handel noch folgende Holzarten (508): *Atalaya hemiglauca* F. Müll. (Australien, Queensland, Neusüdwales). *Dicypellium caryophyllatum* Nees (Guayana, Brasilien — Lauraceae). *Owenia venosa* F. Müll. (Australien — Meliaceae). *Aphananthe philipinnensis* Planch. (Luzon, Neusüdwales, Queensland — Phytolaccaceae). *Stenocarpus sinnatus* Endl. (Australien — Proteaceae). *Lagunaria Patersoni* D. Don. (Queensland — Malvaceae). *Thespesia populnea* Sel. (Trop. Asien, Afrika — Malvaceae). *Hibiscus elatus* Sw. (Malvaceae).

63. Bopandeholz.

Stammpflanze und Familie: *Uvaria Büsgenii* Diels. — Anonaceae.

Nomenklatur: »Elem«, »Paddlewood«.

Heimat: Großer Baum des Kameruner Waldlandes (9, 1; 10, 1) und Nigeriens.

Holzcharakteristik (5, 33): Splint gelbrötlich bis hellrotbraun. Kernholz dunkler gelbrot bis orangefarben, zuweilen mit dunklen Streifen, wie »Palisander«. Der

Hirnflächenschnitt zeigt die Gefäße im Lupenbild als feine, gleichmäßig verteilte, deutlich erkennbare Poren, vielfach als helle Punkte. Dunklere Querzonen und zahlreiche feine Markstrahlen sind unter der Lupe gut erkennbar; bei älteren Schnittflächen an weißlicher Bereifung erkenntlich (Ausscheidung eines flüchtigen, harzartigen Stoffes). Der radiale Längsschnitt ist deutlich nadelrissig und lebhaft glänzend infolge der zahlreichen Markstrahlen, welche im Lupenbild als rotglänzende Längsstreifchen erscheinen. Der tangentiale Längsschnitt ist glanzlos. Markstrahlen erscheinen im Lupenbild dieses Schnittes als sehr zahlreiche, feine, rote Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 33): Gefäße meist einzeln, seltener zu 2—3 in Radialreihen, 0,054 bis 0,21 mm weit, mit kleinen quer- oder schräggestellten elliptischen Hoftüpfeln. Letztere mit rundlicher bis spaltenförmiger Pore. Gefäßglieder einfach, seltener auch leiterförmig, durchbrochen. Die Gefäße sind von ziemlich dickwandigen, gebräunten Thyllen oft völlig ausgefüllt. Fasern in regelmäßigen Radialreihen bilden die Grundmasse, sehr dickwandig, im Hirnflächenschnitt rechteckig, hie und da gefächert, mit winzigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym liegt neben den Gefäßen in einschichtigen, sonst in 2—3 schichtigen Querzonen angeordnet, mit den Gefäßen häufig durch sehr große, querovale Tüpfel verbunden. Markstrahlen im Tangentialschnitt 0,7—0,9 mm hoch, in den mittleren Teilen meist zweischichtig, an den Kanten einschichtig; Kantenzellen schmalerlumig; kleinere Markstrahlen einschichtig, andere doppelt zweischichtig, dann durch einen einschichtigen in der Mitte verlaufenden Markstrahl miteinander verbunden. Kantenzellen bis 0,16 mm breit, 0,08 und mehr Millimeter hoch. Die inneren Zellen der einschichtigen Markstrahlen meist rechteckig, bis 0,65 mm hoch, der zweischichtigen rundlich etwa 0,03 mm hoch, häufig halb so schmal. Alle Zellen ziemlich dickwandig, mit vielen aber kleinen Tüpfeln in den Tangentialwänden. Im Radialschnitt sind die Zellen meist 2—3 mal länger als hoch, viele fast quadratisch, die niedrigsten Zellen bis 9 mal, die höheren bis 5mal länger als hoch, die Kantenzellen bis 2 mal höher als breit, mit den Gefäßen durch große, querovale Tüpfel verbunden.

Beschaffenheit: Das sehr langfaserige Holz ist ziemlich hart, leicht, glattspaltend, dicht und termitensicher.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,84 (9, 1).

Inhaltsstoffe: Flüchtiger, harzartiger Stoff in Holzparenchym und Markstrahlen. Die frischen Schnitte erscheinen infolge der Ausscheidung dieses Stoffes zart bereift. Brauner, homogener oder gekrümelter Inhalt der Markstrahl- und Holzparenchymzellen, welcher sich mit Eisenchlorid schwärzt, erscheint in Alkohol schwach löslich. Der Alkoholauszug hinterläßt nach Verdunsten starken Rückstand, der auf die sich an frischen Schnittflächen zeigende weißliche Bereifung hinzudeuten scheint. Einzelne Markstrahlzellen enthalten stark lichtbrechende, farblose, in Alkohol schnellösliche Tröpfchen.

Verwendung: Hochwertiges, vielseitig verwendbares Nutzholz; verwendbar als Möbelholz, Bleistiftholz und zu Spazierstöcken (10, 1) usw. Die Möbeltischlerei bevorzugt gemaserte Stücke.

Bemerkungen: Die Angaben von Jentsch (10, 1) decken sich nicht ganz mit obigem von Wilhelm beschriebenen »Bopandeholz«. 1906 wurde dieses Holz fälschlich als »Sabicu« in Liverpool gehandelt und erzielte hohe Preise.

64. Westafrikanisches Gelbholz.

Stammpflanze und Familie: *Enantia chlorantha* Oliv. — Anonaceae.

Nomenklatur: »Nje-Holz«, »Woyoyo«, »Yaru«, »Mbawe«.

Heimat: Bis 25 m hoher und mittelstarker Baum des tropischen Westafrika. (Kamerun, Nigerien, Elfenbeinküste).

Holzcharakteristik (5, 34; 9, 2; 10, 2; 11, 1): Holz tief ockergelb, nach andern Mitteilungen auch zitronengelb, schwefelgelb mit hellgrünem Kern, sehr gleichmäßig gebaut, Jahresringe deutlich erkennbar, im Frühholz hie und da helle Pünktchen, im Längsschnitt ungleichmäßige Nadelrissigkeit, im Radialschnitt feine Querstreifung. Im Lupenbild erscheinen die Gefäße auf dem Hirnflächenschnitt als ziemlich gleichmäßig verteilte feine Poren, einzeln oder zu 2—3 in

kurzen Radialreihen. Markstrahlen sehr zahlreich, fein, sehr eng aneinanderliegend, durch die Gefäße etwas auseinandergedrückt, als sehr zarte helle Querstreifen (nach Befeuchtung sichtbar). Im Tangentialschnitt sind die Markstrahlen als feine Strichelchen nur schwer erkennbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 34): Gefäße einzeln oder zu zweien, seltener zu mehreren in kurzen Radialreihen, 0,08—0,14 mm weit, Gefäßglieder mit einfachen Durchbrechungen und mit rundlichen, häufig dicht aneinanderliegenden Hoftüpfeln besetzt; letztere zeigen eine querspaltenförmige Pore. Thyllen fehlen. Fasern dickwandig, sie bilden die Grundmasse und sind im Hirnflächenschnitt rundlich. Auf den radialen Seitenwänden nicht sehr zahlreiche, in Längsrichtung aufrecht gestellte, behöfte Tüpfelspalten. Holzparenchym dünnwandig, es durchzieht regellos in einschichtigen Querreihen die Fasermassen. Jahresringgrenzzonen verwischt. Markstrahlen sehr zahlreich, im Tangentialschnitt gewöhnlich zwei- bis mehr schichtig, nur die kleineren einschichtig, untereinander mit einschichtigen verbunden, 0,2—0,4 und auch mehr Millimeter hoch. Markstrahlzellen in den einschichtigen Strahlen rundlich bis rechteckig, 0,03—0,12 mm hoch, 0,024—0,044 mm breit; in den zweischichtigen rundlich, meist 0,016—0,04 mm hoch und gewöhnlich schmaler als hoch, die Zellwände nicht sehr dick mit kleinen Tüpfeln auf den Tangentialflächen. Im Radialschnitt sind die kleineren Zellen der zweischichtigen Strahlen 5—8 mal länger als hoch, die größeren quadratisch bis 2—3 mal höher als breit (besonders die Kantenzellen). Alle Gewebewände gelb gefärbt.

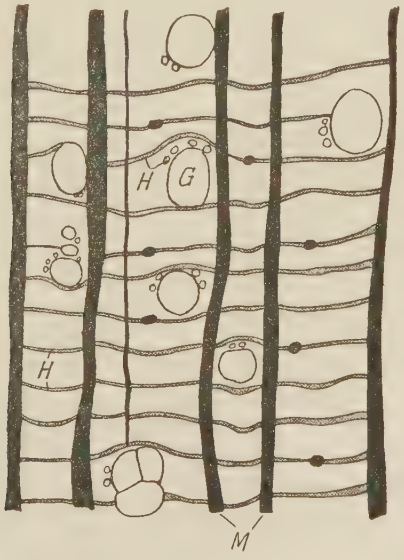


Abb. 83.
Xylopia striata Engl. »Boséholz« z. T. — *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchym, teils in schmalen Querbändern, teils den Gefäßen anliegend. *G* Gefäße. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

Beschaffenheit: Lang- und grobfaserig, nicht sehr hart, mittelschwer, leicht aber unregelmäßig spaltend, gut zu bearbeiten, leimt, poliert, hobelt und sägt sich gut; biegt sich mittelmäßig.

Inhaltsstoffe: Gelbbraune Tröpfchen und farblose harzige oder fettige Substanzen in den Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen. In vielen Fasern und auch in vereinzelten Gefäßgliedern eine farblose oder schwach gelbliche Substanz; glänzendgelben stückigen Inhalt haben vereinzelte Gefäße. Der stückige, gelbe, wie der farblose bzw. schwachgelbe Inhalt ist in Alkohol leicht löslich. Der Alkoholauszug des Holzes hinterläßt nach Verdunstung reichlichen, teilweise gelben Rückstand. Der gelbbraune Inhalt des Parenchyms ist in kaltem und heißem Alkohol, in Äther, Chloroform und starken Alkalien so gut wie unlöslich, dagegen tritt die farblose harzige oder fettige Substanz der Parenchymzellen nach Behandlung mit Alkohol in Form großer farbloser Tropfen deutlich hervor. Letztere sind in Chloroform und Äther löslich. Ein Versuch Wilhelms, diese farblosen Tropfen zu verseifen, schlug fehl. Die Gelbfärbung des Holzes soll vergänglich sein, darauf sind vermutlich die verschiedenen Angaben über die Farbe des Holzes zurückzuführen.

Verwendung: Das Holz ist im polierten Zustand und in der Flächenwirkung recht reizvoll. Es eignet sich vorzüglich für feinere Luxusmöbel, Einlegearbeiten, kleinere Schnitzereien, Kunstdrechslerarbeiten, Blindholz, geringe Möbel. (Verwendbar wie Linde und Weide.) Nach englischen Angaben brauchbares Ersatzholz für amerikanisches »White wood«.

65. Boséholz.

Das aus Französisch-Westafrika (Kamerun) stammende Boséholz stammt von den beiden Arten:

a) *Xylopia striata* Engl. — Anonaceae.

b) *Staudtia kamerunensis* Warb. — Myristicaceae.

1. Stammpflanze und Familie: *Xylopia striata* Engl.

Holzcharakteristik: Holz graugelb mit undeutlichen Zuwachszonen (Abbild. 83).

Anatomische Holzcharakteristik (410): Gefäße ziemlich gleichmäßig verteilt, einzeln oder seltener bis zu dreien in Gruppen oder zumeist zwei oder hie und da zu vier in Radialreihen. Gefäßquerwände meist fast horizontal. Holzparenchym meist in einzellreihigen, seltener zweizellreihigen schmalen Querbändern, vereinzelt liegen auch Holzparenchymzellen an den Gefäßwandungen. Die Querbänder sind sehr regelmäßig durch 6—10 Libriformfasern voneinander getrennt und zum Teil zwischen den Markstrahlen nach innen gebogen (Abb. 83). Durch den systematischen Verlauf der Querbänder erscheint die Grundmasse des Libriformfasergewebes sehr regelmäßig in rechteckige Felder zerlegt. Markstrahlen 1—3 Zellen breit und verschieden hoch, seitlich durch 3—11 Libriformfaserreihen getrennt. Die Querwände der etwa 20 μ hohen Markstrahlzellen sind im radialen Längsschnitt meist schräg gestellt und zum Teil abgerundet.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen selten dunkelbrauner Inhalt. Rotbraune Massen erfüllen vereinzelte Holzparenchymzellen, ebensolcher Inhalt liegt teilweise in Form kleiner aber verschieden großer Kugeln in den Markstrahlzellen.

2. Stammpflanze und Familie: *Staudtia kamerunensis* Warb. — Myristicaceae.

Holzcharakteristik: Splintholz gelblichrot, Kernholz dunkelrot mit fast schwarzen Zonen. Holzzuwachszonen undeutlich (Abb. 84).

Anatomische Holzcharakteristik (410): Gefäße gleichmäßig verstreut, einzeln oder je 2—3 in Gruppen oder auch bis zu drei in Radialreihen. Gefäßquerwände meist schwach geneigt. Holzparenchym nur in der Umgebung der Gefäße, diese umkleidend. In den Zonen der verschleimten Libriformfasern (Abb. 84 *Sch*) ist das Holzparenchym besonders mächtig entwickelt und erscheint im Querschnitt oft in Form von Perlschnüren. Markstrahlen: 1 bis 3 Zellen breit, 4—30 Zellen hoch, seitlich durch 2—13 Libriformfaserreihen voneinander getrennt. Im radialen Längsschnitt

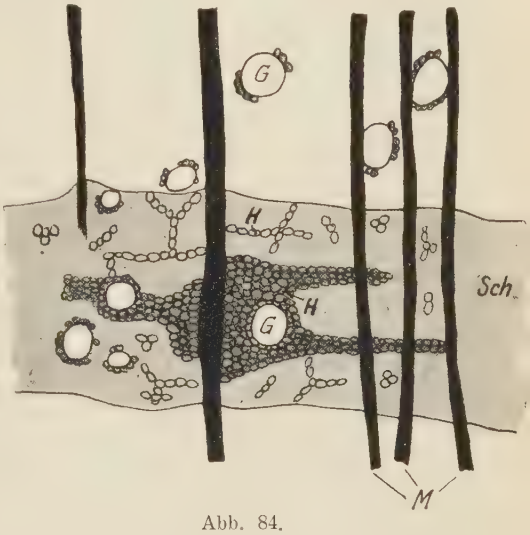


Abb. 84.
Staudtia kamerunensis Warb. »Boséholz« z. T. — *G* Gefäße mit Holzparenchym. *M* Markstrahlen. *Sch* Verschleimte Libriformfaserpartie mit mächtiger entwickeltem, teils in Perlschnüren liegendem Holzparenchym (*H*). Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez v. Brehmer.]

stehen die Querwände meist fast vertikal. — Charakteristisch für das Holz ist, daß in den jahrringähnlichen Zonen stellenweise eine Veränderung des Holzes derart auftritt, daß ein Teil der Holzfasern verschleimt und eine homogene gelbliche Masse bildet, in der stärker entwickeltes Holzparenchym liegt (Abb. 84).

Inhaltsstoffe: Gefäße sehr oft mit roten bis braunen oder schwarzen Massen gefüllt. In den Holzparenchymzellen liegt zum Teil braunroter Inhalt, welcher im Kernholz häufiger ist als im Splintholz und in Salzsäure und Alkohol unlöslich, in Natronlauge teilweise löslich ist. Die Markstrahlzellen enthalten teils gelben körnigen, teils roten bis braunen, gummiartigen Inhalt. Die Wände der Holzfasern führen wahrscheinlich beträchtliche Mengen Phlorogluzin, da bei Behandlung mit Salzsäure das ganze Holz eine intensiv rote Färbung annimmt.

66. Bokondáholz.

Stammpflanze und Familie: *Pycanthus kombo* (Baill.) Warb. — Myristicaceae.

Nomenklatur: »Komboholz«, »Wildes Muskatnußbaumholz«, »Walehe«, »White cedar«, »Oto«.

Heimat: Sehr großer, bis 60 m hoch werdender, schlanker, glattschaftiger Baum des tropischen westafrikanischen Waldgebietes (10, 3), (Gabun, Kamerun, Sierra Leone, Nigerien, Angola).

Holzcharakteristik (9, 3; 10, 4): Holz hellrötlichbraun. Gefäße schwach erkenntlich. Markstrahlen unsichtbar, auf radialen Längsschnitten jedoch als sehr zahlreiche dunklere Querstreifchen sichtbar. Im tangentialen Längsschnitt zeigen die Gefäße deutliche Längsfurchen. Im Lupenbilde liegen die Gefäße meist zu zweien in radialer Richtung zusammen, im Längsschnitte häufig glänzende Längsfurchen bildend. Markstrahlen auf dem Hirnflächenschnitte sehr zahlreich, fein, eng zusammenliegend, hellere Linien darstellend, durch größere Gefäße etwas auseinandergedrückt. Auf Tangentialschnitten treten die Markstrahlen als feine, ungleichlange Strichelchen hervor.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder zu zweien in Radialstellung, mit gebräunten Wänden, im Mittel etwa 5 je 1 qmm, 0,16 bis 0,26 mm weit. Gefäßgliedenden mit leiterförmigen, mitunter gitterartigen Durchbrechungen, mit wenig derben, bis 0,012 mm dicken Querleisten; untereinander mit sehr zahlreichen, kleinen, querelliptischen, seltener fast rechteckigen (bis 0,912 mm im Durchmesser) Hoftüpfel verbunden, deren Poren rundlich bis spaltenförmig sind. Tüpfel zwischen Gefäßen und Parenchymzellen größer, bis 0,05 mm lang, querelliptisch, weitporig, schmalbehöft, seltener schräggestellt. Thyllen braunwandig. Fasern bilden die Grundmasse und stehen in regelmäßigen, verschieden breiten Radialreihen; ziemlich dickwandig, farblos, im Hirnflächenschnitt meist flach abgeplattet, queroval oder rundlich-eckig, auf ihren radialen Längswänden zahlreiche winzige, aufrecht spaltenförmige, in Gruppen oder Längsreihen stehende Tüpfel. Holzparenchym gewöhnlich in der Nachbarschaft der Gefäße, hie und da verschieden breite Querzonen bildend, deren Zellen dünnwandig sind. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zwei- bis dreischichtig, die größeren häufig in zwei mehrschichtige Teile zergliedert, welche durch einschichtige Strahlen verbunden sind, oder ein mehrschichtiger Teil verliert sich allmählich in einen kürzeren oder längeren einschichtigen Strahl. Markstrahlhöhe: 0,26—1,39 mm; Breite: 0,03—0,06 mm. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, meist gebräunt, im Tangentialschnitt der mehrschichtigen Strahlen rundlich bis elliptisch, meist 0,02 bis 0,04 mm hoch und 0,016—0,03 mm breit; der einzelligen Strahlen rechteckig bis 0,08 und mehr Millimeter hoch, etwa 0,03 mm breit, die zugespitzten Endzellen 0,08 mm und höher. Die Tangentialwände tragen viele kleine Tüpfel. Im Radialschnitt sind die niedrigsten Zellen sechs- bis zehnmal länger als hoch, die höheren im Verhältnis kürzer; die den Markstrahlkanten naheliegenden meist fast quadratisch; die Kantenzellen selbst zwei- bis fünfmal höher als breit und noch schlanker.

Inhaltsstoffe: Mehr oder weniger dunkler, gelbbrauner, mitunter rötlicher oder blaßvioletter Inhalt in vielen Holzparenchym- und Markstrahlzellen, als Wandbelag rundliche Körnchen oder unregelmäßige Absonderungen. Häufig einseitig liegende, farblose Tröpfchen oder Klümpchen sind in Alkohol löslich. Der Alkoholauszug des Holzes ist bräunlich und hinterläßt nach Verdunsten einen starken Rückstand, welcher durch Eisenchlorid geschwärzt wird.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, leicht, leicht spaltbar, gut bearbeitungs-, aber schlecht polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,399—0,423 (nach Büsgen).

Verwendung: Das mahagoniähnliche (im Tangentialschnitte) Holz eignet sich wegen seiner schlechten Polierfähigkeit weniger zu Tischlerarbeiten; im allgemeinen zu Blindholz und zu Zigarrenkisten, ferner zur Papierfabrikation verwandt.

67. Mkweoholz.

Stammpflanze und Familie: *Tylostemon kweo* Mildbr. — Lauraceae.

Heimat: Riesiger Waldbaum Ostafrikas (Usambara) (215).

Holzcharakteristik (5, 148): Holz hellbraun, an lichtes Nußbaumholz oder an das in den Gefäßen nicht gelbe »Grünherz« erinnernd; streifenweise mehr grau. Holzquerschnitt mit feinen, gleichmäßig verteilten hellen, für das freie Auge kaum porösen Pünktchen, unter der Lupe auch mit sehr feinen hellen Querlinien (in ungleichen Abständen) und ebenso schmalen Markstrahlen. Im Längsschnitt fein nadelrissig, die Gefäßfurchen unter der Lupe glänzend, stellenweise auch durch Füllzellen verstopft. Auf der Tangentialfläche unter der Lupe mit zierlicher Querstreifung infolge Anordnung der Markstrahlen in Querreihen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 148): Gefäße einzeln, 0,14 bis 0,23 mm weit oder zu 2—3 radial gereiht; etwa 4—5 auf den Quadratmillimeter, mit einfach durchbrochenen, wenig schief gestellten Querwänden. Gefäße gegen ihresgleichen mit kreisrunden oder fast sechsseitigen, 0,008—0,010 mm breiten, querporigen Hoftüpfeln besetzt, gegen die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms mit abgeänderter, nach Form, Ausmaßen und Behöfung sehr ungleicher Tüpfelung. In den Gefäßen dünnwandige Thyllen. Derb- bis dickwandige Fasern als Grundmasse, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe, Form und Weite, radial gereiht oder regelloser angeordnet. Fasertüpfel auf den radialen Wandflächen spaltenförmig, steil gestellt bis aufrecht. Fasern ab und zu auch gefächert. Holzparenchym ziemlich dickwandig an den Gefäßen und in schmalen, zwei- bis vierschichtigen Querzonen. In letzteren radial gereiht und in radialer Richtung abgeplattet (Grenzen von Zuwachsschichten). Auf den Radialwänden der Parenchymzellen kleine, rundliche, meist einreihige Tüpfel, soweit die Nachbarschaft von Gefäßen nicht eine abweichende, weit ansehnlichere, oft die ganze Breite der gemeinsamen Wandflächen einnehmende Tüpfelung bedingt. Manche Holzparenchymzellen zu schlauchförmigen Ölzellen erweitert, letztere bis 0,48 mm lang, 0,052 mm breit mit gelbem in Alkohol löslichem, durch Alkannatinktur sich rot färbendem Inhalt. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zweischichtig, 0,28—0,37 mm hoch, manche einschichtig und nur 2—6 Zellen hoch. Markstrahlzellen und die Kantenzellen 0,040—0,09 mm hoch und 0,012—0,020 mm breit. Die kleineren inneren Zellen der zweischichtigen Markstrahlen im Tangentialschnitt von ungleicher Größe, 0,010 bis 0,020 mm hoch und 0,006—0,014 mm breit; alle dünnwandig, im Radialschnitt liegend bis quadratisch, die Kantenzellen aufrecht, bis fünfmal höher als breit, Tüpfelung gegen Gefäße gleich der des Holzparenchyms an diesen, ansehnlich und auffällig.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, leicht- und glattspaltend.

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms, auch in manchen Fasern krümliger, zum Teil auch stückiger oder tropfenförmiger, in Alkohol unlöslicher Inhalt von trübrötlicher bis gelbbrauner Färbung. Wände aller Zellen und Gefäße gelblich, die der Thyllen hell-violettbraun oder tiefer gelbbraun. Eisenchlorid färbt Wände und Zellinhalt schwärzlich, das ätherische Öl nicht.

Verwendung (215): Das dichte, gleichmäßig gefügte Holz findet Verwendung beim Wagen- und Schiffsbau, so z. B. bei der Innenausstattung von Luxusdampfern, doch soll seine Einfuhr, hauptsächlich wohl wegen des zerstreuten Vorkommens des Mkweobaumes, in Abnahme begriffen sein.

68. Grünherzholz.

Stammpflanze und Familie: *Nectandra Rodioei* (Schomb.) Hook. — Lauraceae.

Nomenklatur: »Greenheart«, »bebeeru«, »Itauba branca«.

Heimat: Bis 30 m hoher, immergrüner Baum aus Britisch-, Holländisch- und Französisch-Guayana, Venezuela, Nordbrasilien (Amazonas), Kolumbien, Peru, Trinidad, Jamaika, Santo-Domingo. Die beste Greenheartsorte kommt vom Morabelli Creek, einem Nebenflusse des Essequiboflusses.

Ausfuhrhafen: Ein Ausfuhrhafen soll Demeraca (Georgestown) sein, von dem das Holz in 9—15 m langen, etwa 40 cm starken, nur aus Kernholz beste-

henden Blöcken nach Europa eingeführt wird (12, 1).

Holzcharakteristik (5,36 u. 5,45): Hirnflächenschnitt: Holz zerstreutporig. Markstrahlen unsichtbar. Zahlreiche in teils helleren, teils dunkleren Querzonen angeordnete, dicht nebeneinander liegende, auffällige, helle Pünktchen, in denen die Gefäße als feine Poren gerade noch erkennbar sind. Die Grundmasse der frischen Schnittfläche ist lebhaft gelbbraun, von hellerer oder dunklerer, »an der Luft stellenweise rauchbraun« nachdunkelnder Tönung. Lupenbild: Feine Markstrahlen. Längsschnitt: Schwach glänzend, grob nadelrissig, helle Gefäße in dichter Grundmasse. Lupenbild: Die tangential liegenden Markstrahlen als helle Strichelchen hervortretend; Gefäße als hohle Rinnen.

Anatomische Holzcharakteristik (vgl. 13, 1): Gefäße einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen, durchschnittlich 7—9 je 1 qmm Querschnittfläche, 0,16—0,23 mm weit. Gefäßglieder einfach durchbrochen, mit querspaltporigen Hoftüpfeln; Wände zitronengelb bis grünlichgelb. Thyllen dünnwandig, häufig groß. Holzparenchym begleitet die Gefäße teilweise oder vollständig, mehrschichtig, seine Zellen sehr groß, bis 160 μ hoch und 54 μ breit. Markstrahlen im Tangentialschnitte zerstreut, zweischichtig, 0,24—0,80 mm hoch; Markstrahlzellen meist 12—20 μ hoch und 8 bis 12 μ breit; die Kantenzellen im Tangentialschnitt meist nicht größer als die übrigen, oft jedoch 32—40 μ hoch und 12 μ breit und breiter; im Radialschnitte meist kürzer als die übrigen. Sklerenchymfasern in radialen Reihen die Grundmasse bildend, sehr dickwandig; im Hirnflächenschnitte rundlich bis querspaltenförmig, bis 27 μ breit, den Spätholztracheiden der Nadelhölzer ähnelnd

Inhaltsstoffe: Grünlichgelber, teilweise rötlicher, homogener, körniger oder kugelig geballter Inhalt in den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms. Der Inhalt ist in Alkohol fast unlöslich; Kalilauge löst die grüngelben Inhaltskörper vollständig, die rötlichen nur teilweise.

Beschaffenheit: Sehr schwer, hart, zäh, dicht und dauerhaft, im Wasser sinkend, sehr elastisch und tragfähig, leicht und glatt spaltbar, gut polierfähig. Beim Trocknen treten an den Hirnenden oft starke Risse auf. Termiten- und bohrwurmfest.

Prüfung: Absolutes spez. Gewicht: 1,080—1,230. Bruchgewicht: 11,25 cwt (à 50,8024 kg), (Bruchfestigkeit ist 65% höher als bei der gewöhnlichen Eiche). Gewicht: 1190,2 kg je 1 cbm.

Verwendung: Sehr wertvolles und vorzügliches Holz zum Schiffs- und Dockbau, für Balken, Riegel, Maschinenträger, Wasserbauten, Schleusen. In der Drechslerei als Ersatz für »Pockholz«. Unübertroffenes Konstruktionsholz. Ferner zu Gerüsten, Mühlenbau, Waggonbau, Wagendeichseln, Automobilspeichen usw. verarbeitet. Das Holz liefert eine vorzügliche Holzkohle.

Bemerkungen:

1. Nach C. D. Mell tragen besonders auch die Thyllen zur Erhöhung der Härte und des Gewichtes des Holzes bei. Die durch die Thyllen verstopften Gefäße erscheinen dem freien Auge als feste, helle Pünktchen (also nicht porös). Auf Längsschnitten erzeugen die Thyllen einen irisierenden Glanz des Gefäßinneren. Je nach der Entwicklung der Thyllen und dem Alter des Baumes wechselt die Färbung des Holzes und gibt so Anlaß zur Aufstellung dreier Holzvarietäten: a) des gelben, b) des grauen und c) des schwarzen Greenhearts im Handel.

2. Dunklere Greenheartsorten ähneln dem Holz von *Guajacum officinale* Linn.

3. Das gegenwärtige »Greenheart«-Material ist, da meist von jüngerem, unreifem Holze stammend, von geringerer Qualität und Dauerhaftigkeit. Zurzeit werden frühere Konzessionsflächen dem dichten Auszugshiebe unterworfen und früher als zu klein verworfene Stämme zum Einschlag gebracht. 60 cm Durchmesser haltende Blöcke und darüber liefern das beste Material; kleinere Dimensionen besitzen zu viel Splint und neigen beträchlich zum Werfen und Reißen beim Trocknen.

4. Nach einer von H. Janssonius (14, 3) gegebenen Beschreibung kann das »Grünherzholz« nicht von einer *Nectandra spec.* abgeleitet werden — vorausge-

setzt ist die richtige Bestimmung des von dem genannten Autor untersuchten Materials.

Geschichtliches: Alle Tore, Piers und Molen der Liverpool Docks, alle Schleusentore des Bridgewater Kanals (England), die 50 Paare Schleusentore des Manchester Schiffskanals, die Torschwellen (sills) und Tenders der Schleusentore des Panamakanals, die »Fram« (Nansens Schiff), die »Discovery« (das antarktische Schiff) usw. wurden aus Greenheart hergestellt. Auf Werften zeigt das Holz eine Dauer von 30 Jahren, bei Unterwasserbauten von etwa 100 Jahren.

Anhang.

Ersatzhölzer für das echte Greenheart.

Die starke Nachfrage und die seit mehr als 100 Jahren betriebene rücksichtslose Ausbeutung der Greenheartbestände in Britisch-Guayana hat den Holzmarkt für Ersatzhölzer des echten »Greenheart«-Holzes aufnahmefähig gemacht. Natürlich gehen die Ersatzhölzer alle unter dem Namen »Greenheart«. Wenn diese Hölzer auch dem echten Greenheart äußerlich ähneln, so läßt die innere Struktur doch leicht wesentliche Unterschiede erkennen.

Als Ersatzhölzer gehen:

1. *Tecoma leucoxylon* (L.) Mart. var. *pentaphylla.* Bignoniaceae. »Surinam greenheart«. Surinam.

Holzcharakteristik: Hirnflächenschnitt dunkelgelbbraun, von helleren und dunkleren Querzonen durchzogen, in den helleren Zonen reichlichere als hellgrüne Pünktchen hervor tretende Gefäße (6, 2) als in den dunkleren. Gefäße heben sich im Längsschnitte als zahlreiche, grüngelbe Streifchen auf brauner Grundmasse hervor. Markstrahlen unsichtbar. Lupenbild: Auf dem Hirnflächenschnitt werden feine Markstrahlen sichtbar, die im Tangentialschnitt in zarten Querstreifen liegen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße auf der Querschnittfläche zu etwa 16 je qmm, meist einzeln, seltener zu zweien, 0,09—0,15 mm weit. Wände gelblichbraun, in den Gefäßen brauner bis grüngelber Inhalt. Holzparenchym dünnwandig, begleitet die Gefäße vollständig oder teilweise. Zellwände gelblichbraun. Fasern dickwandig, spärlich getüpfelt, gelblichbraun, in mächtigen Lagern, welche von 1—4-schichtigen Holzparenchymzonen durchzogen werden. Markstrahlen im Tangentialschnitt in regelmäßigen, meist zweischichtigen Querzonen angeordnet; 0,14—0,22 mm hoch und 8—10 Zellen fassend, mit Holzparenchym, Gefäßen und Fasern Stockwerke bildend. Markstrahlzellen 11—22 μ hoch und fast ebenso schmal, mit gelblichbraunen Wänden.

Inhaltsstoffe: Brauner und grünlichgelber Inhalt in den Gefäßen. Nur der grünlichgelbe Inhalt ist in Alkohol und Alkalien löslich. Der Alkohol wird grünlichgelb, die Alkalien purpurrot gefärbt (siehe Bemerkung).

Bemerkung: Die Beschreibung des Holzes von *Tecoma leucoxylon* durch H. H. Janssonius (14, 1) deckt sich fast mit dem eben beschriebenen. Matthes und Schreiber rechnen es ebenfalls dazu und identifizierten es mit dem von ihnen untersuchten «Surinam greenheart«, in welchem sie 3,69% Lapachol und in Alkohol lösliche, hautreizende Harzsäuren fanden (15, 1 u. 471).

2. Dem echten Greenheartholz sehr ähnlich ist das gleichfalls sehr schwere, unter dem Namen »Amapála« (Hafenort an der Westküste von Honduras) vorkommende Holz, welches im Querschnitt etwas feinere, häufiger zu Querstreifchen verbundene Pünktchen zeigt, dessen Gefäße nur 0,05—0,10 mm weit sind und spärlicheren gelben Inhalt haben. Wilhelm hält es vielleicht für identisch mit »Surinam greenheart« (siehe oben).

3. *Ceanothus chloroxylon* Nees. »Greenheart of Jamaika«, »Cogwood«. Kleiner Baum Jamaikas.

4. *Ziziphus chloroxylon* Oliv. »Jamaika greenheart.« Jamaika. Dunkles dichtfaseriges Holz. Gewicht: 119,3 kg je 1 cbm.

5. *Sloanea jamaicensis* Hook. Bis 30 m hoher Baum auf Kalkböden im Innern Jamaikas mit sehr hartem, schwerem, dunkelfarbigem, im Boden sehr dauerhaftem Holz.

6. *Nectandra surinamensis* Mes. »White cirouaballi« oder »Siruaballi«.

7. *Nectandra pisi* Miqu. »Black cedar«,

»Yellow cirouaballi«. Gewicht: 831,5 kg je 1 cbm. (s. Nr. 69).

8. *Nectandra spec.* »Keritee« oder »Kretti«. Gewicht: 511,7 kg je 1 cbm. Es ähnelt dem Holz von *Cedrela odorata* Lin.

Diese weniger dauerhaften drei Nectandraarten treten in Mischung mit dem echten »Greenheart« auf. Besonders das Holz von *Nectandra surinamensis* Mes. wird in immer steigendem Maße verbraucht (nach Stone).

9. *Piptadenia spec.* »Afrikanisches Greenheart«, »okan«. Nigerien. Gewicht: 927,4 kg je 1 cbm.

10. »Essago« aus Nigerien.

11. *Warburgia ugandensis* Sprague. Ostafrika. »Masuka«, »Mziga«. Grünfarbiges Holz von süßem Geruch.

12. *Colubrina ferruginosa* Brongn. »Snake ironwood«, »Westindian greenheart«, »Abelluello«. Ein bis 23 m hoher Baum aus Martinique, dessen Holz fest und dauerhaft, aber minderwertiger ist als echtes Greenheart.

13. *Colubrina reclinata* Brongn. Ein bis 18 m hoher Baum der Gebirge Kubas mit festem und dauerhaftem Holz.

69. Sirouaballiholz.

Stammpflanze und Familie: *Nectandra pisi* Miqu. — Lauraceae.

Nomenklatur: »Black cedar«, »Yellow cirouaballi«, »Brown cirouaballi«.

Heimat: 27 m hoher Baum Britisch-Guayanas und der angrenzenden Gebiete.

Holzcharakteristik: Splint dick, schmutzigweiß. Kern hell-dunkelbraun. Holz fein- und geradfaserig mit hellglänzender Oberfläche. Markstrahlen unkenntlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Zuwachszonen deutlich, meist 2—3, auch bis 6 mm dick. Zonengrenzen unscharf, immer in einer Holzfaserschicht liegend, die aus 2—7, oft 4—5 Fasern besteht. Diese Fasern sind kleiner mit dickeren Wänden als die übrigen. Die Markstrahlen dieser Schichten in radialer Richtung kürzer und in tangentialer Richtung etwas breiter als sonst. Gefäße im Hirnflächenschnitt nicht sehr zahlreich, 9—15 je 1 qmm, gleichmäßig verteilt, in losen, zerstreut stehenden Linien, seltener einzeln, meist gruppenweise zu 4—5. In den Gefäßen des Splint- wie des Kernholzes Thyllen. Holzfasern stehen in radialen Reihen, bilden die Grundmasse des Holzes und sind alle gefächert. Markstrahlen gleichförmig, gerade, nur den Gefäßen sanft ausweichend, in fast gleichweiten Abständen entsprechend dem Durchmesser der großen Gefäße; 7—9 je 1 qmm, durch 3—11, meist 6 Holzfaserschichten, seitlich voneinander getrennt. Meist zweischichtig, seltener ein- und sehr selten in der Mitte dreischichtig; 6—25, oft 20 Zellen hoch. Markstrahlzellen liegend, die Kantenzellen stehend. Holzparenchym spärlich, gefasert; zwischen ihm zerstreut oder auch den Gefäßen angelagert, größere Schleim- und Ölzellen.

Beschaffenheit: Mäßig schwer, fest, gegen Holzwurm beständig, sehr hart, leicht bearbeitbar, besonders gut zu drechseln und polieren. Beim Bearbeiten verbreitet sich ein zedernähnlicher (auch ceylonzimtähnlicher) Geruch. Der Geschmack des Holzes ist gewürzig mit einem Beigeschmack von »Havannazeder«.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen vielfach glänzender Inhalt. Schleim und Öl in den Holzparenchymzellen.

Prüfung: Gewicht: 831,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Schiffsbau, dauerhafte Bootsplanken, Werften- und Wasserbauten, auch für Innenausbau verwandt.

70. Lorbeerbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Laurus nobilis* L. — Lauraceae.

Nomenklatur: »Laurel.«

Heimat: Bis 18 m hoher, immergrüner Baum der Mittelmeerländer, nordwärts bis Südtirol. In den Mittelmeerländern, Schweiz, England, Irland, Schottland kultiviert.

Holzcharakteristik (5, 37): Holz weißlich mit schwach grauer oder bräunlicher Schattierung und mitunter kastanienbraunem Kern. Die Spätholzzonen der Jahresringe treten schwach hervor. Gefäße unkenntlich. Markstrahlen schwach kenntlich. Holzlängsschnitt glänzend, deutlich nadelrissig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 37; 13, 2): Gefäße nicht

zahlreich, einzeln oder zu zweien in Radialreihen, seltener zu mehreren in Gruppen. Meist 0,05—0,06 mm, seltener bis 0,1 mm weit; ziemlich dickwandig. Gefäßglieder zeigen einfache oder auch seltener leiterförmige Durchbrechungen, mit ziemlich großen, nach den Parenchymzellen hin mitunter quergedehnten Hoftüpfeln. Markstrahlen 0,017 bis 0.05 mm breit, 2—3 Zellen umfassend: 0,17—0,5 mm hoch, bis 30 Zellen umfassend; einzelne einschichtig, 3—4 Zellen umfassend. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, ungleich groß, die der einschichtigen Strahlen und die Kantenzellen der mehrschichtigen 42—70 μ hoch, die übrigen gewöhnlich 11—33 μ hoch; im Radialschnitt sind die Zellen doppelt so hoch wie breit. Tüpfel nach den Gefäßen hin sehr groß, an den Querwänden zahlreich und klein. In den Zellen harziger, farbloser und rötlichgelber Inhalt. Der farblose Inhalt ist vornehmlich den hohen Markstrahlkantenzellen eigen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, sie sind gewöhnlich in regelmäßigen Reihen radial angeordnet; die des Frühholzes sind weitlumig, die des Spätholzes abgeplattet, dickwandig und englumig, häufig mit Gallertschicht. Holzparenchym nur in direkter Umgebung der Gefäße. Ölzellen bestehen meist aus vergrößerten Kantenzellen der Markstrahlen, können aber auch anderwärts auftreten. In nicht zu dünnen Holzschichten treten sie nach Färbung mit Alkannatinktur durch ihren tiefrot gewordenen Inhalt deutlich hervor.

Beschaffenheit: Hart, schwer, zäh, schwerspaltig, von unangenehmem, charakteristischem Geruch.

Inhaltsstoffe: Längliche, in Salz- und Schwefelsäure lösliche Kristalle; harziger, farbloser und rötlichgelber Inhalt in den Markstrahlzellen Öl.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,70—0,75.

Verwendung: Bauholz, zu Rebpfählen, feinen Drechsler- und Galanteriewaren verarbeitet.

71. Kampferbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Cinnamomum camphora* (L.) Nees e Eberm. — Lauraceae.

Heimat: Baum Japans, Chinas, Formosas. Kultiviert in Indien, auf Ceylon, Madagaskar und in den südlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika. Der Kampferbaum wird auch für Südeuropa als hervorragender Nutzbaum empfohlen (2, 22; 526).

Holzcharakteristik (1, 4; 2, 22; 5, 146): Holz lichtbraun, im Splint gelblich bis grauweiß, im Kern mehr rötlich, auf der Hirnfläche mit dunkleren Spätholzzonen der deutlichen Jahresringe. Markstrahlen kaum kenntlich, zahlreich. Feine, zum Teil schräge Reihen von hellen Pünktchen treten hervor, in diesen liegen die Gefäße. Letztere oft in Gruppen und erst unter der Lupe als deutliche Poren erkennbar. Holzlängsschnitt sehr deutlich nadelrissig und, besonders im radialen, dicht und fein längsstreifig, auch querstreifig; auf der Tangentialfläche unter der Lupe dicht gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 146; 13, 3): Gefäße dünnwandig, 0,10—0,24 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—3 radial gereiht, auch zu mehreren in Gruppen. Die weiteren und weitesten liegen im Frühholz der Jahresringe, machen das Holz jedoch nicht »ringporig«. Gefäße zerstreut oder streckenweise in lockere Quer- oder Schrägzonen geordnet, meist von dünnwandigen Zellen begleitet, welche hie und da Öl enthalten. Durchbrechung der Gefäßglieder meist einfach, seltener auch leiterförmig, Thyllenbildung nicht selten. Gefäße gegen ihresgleichen mit meist runden, dicht gestellten, bis 0,012 mm breiten Hoftüpfeln besetzt, deren schmal elliptische bis spaltenförmige Poren gewöhnlich zu mehreren in gemeinsame Wandschlitze münden. Die Höfe und deren Begrenzung erscheinen in Tangentialwänden oft wenig deutlich. Gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen erscheint die Tüpfelung der Gefäßwände den unten beschriebenen Tüpfelformen an den Markstrahlzellen angepaßt, wobei die Hofbildung mehr oder weniger zurücktritt. Grundmasse des Holzes besteht aus Sklerenchymfasern (»Libriform«); diese größtenteils derbwandig und ziemlich weitlumig, nur im Spätholz dickwandiger und enger, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Form und Größe und radial gereiht oder regellos gelagert,

ohne auffällige Tüpfelung. Markstrahlen zahlreich, etwa 11—13 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist dreischichtig, 0,21—0,46, manche auch bis 0,70 mm hoch. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt meist rundlich bis elliptisch, ziemlich dünnwandig, im Lichten 0,012—0,021 mm hoch, 0,008—0,020 mm breit, die endständigen teils nicht oder nur wenig größer als die übrigen, teils diese an Höhe und Breite übertreffend; im Radialschnitt kürzer bis aufrecht. Manche Markstrahlzellen sind zu großen dünnwandigen, meist elliptischen Ölzellen erweitert, den Behältern kampferhaltigen ätherischen Öles, dem das Holz seinen aromatischen Duft verdankt. Solche Ölzellen selten im Innern von Markstrahlen, deren ganze Breite sie einnehmen, reichlich dagegen in der Grundmasse, namentlich im Holzparenchym, hier bis 0,26 mm hoch und bis 0,10 mm breit; auch zwischen den Fasern treten sie auf. Markstrahlzellen gegen Gefäße mit auffällig weiten, ein Netzwerk aussparenden oder quergedehnten und dann oft durch feine Leistchen zierlich gegitterten Tüpfeln; sonst ringsum klein getüpfelt. Jene Tüpfelformen auch in den für Holzparenchym und Gefäße gemeinsamen Wandflächen; diese zeigen bei gleichmäßiger Ausbildung und Anordnung quergedehnter Tüpfel oft ein »treppenähnliches« Aussehen. Gegen ihresgleichen und Markstrahlen haben die Holzparenchymzellen in den Radialwänden kleine, meist in Gruppen gestellte Tüpfel.

Beschaffenheit: Weich, leicht, sehr dauerhaft, leicht-, doch nicht immer geradspaltig, sehr widerstandsfähig, besonders auch im Boden. Im Gefüge dem Nußbaumholz ähnlich.

Prüfung: Frische Schnittflächen von starkem, angenehm aromatischem Duft Holzspänchen färben Wasser nicht, Alkohol gelb mit folgender Schwärzung durch Eisenchlorid.

Inhaltsstoffe: Inhalt der Ölzellen harzähnlich, gelb, in Alkohol ganz oder doch größtenteils löslich. In den Markstrahlzellen des Splintholzes runde Ballen einer homogenen, lebhaft gelbbraunen, in Alkohol unlöslichen, von Eisenchlorid geschwärzten Substanz, welche auch in reichlicherer Menge und tieferer Färbung im Kernholz auftritt, die Zellen teilweise ausfüllend, nicht selten von rundlichen Hohlräumen durchsetzt. Die Schwärzung der Kernholzsubstanz durch Eisenchlorid gelingt erst nach Einwirkung von Alkohol auf die Schnittpräparate und längerem Verweilen dieser im Reagens (5, 146). Im Kern erscheinen die Wände der Thyllen bräunlichgelb und in ähnlichem Ton (in dickeren Schnitten) auch die Faserwände. In Markstrahl- und Holzparenchymzellen häufiger ansehnliche, zum Teil zusammengesetzte Stärkekörner von rundlicher Form mit linsenförmigem Spalt.

Verwendung: Zur Herstellung von Kästen und Kisten sehr gesucht. Ein hervorragendes Schiffsbaumaterial. Bei Verwendung im Boden fast unverwüstlich, erhalten sich so die Stöcke gefällter Bäume über 100 Jahre. Aus dem Holz kann durch Destillation Kampfer gewonnen werden, dessen größte Menge allerdings der Wurzelhals und die Wurzeln des Baumes liefern.

72. Sassafrasholz.

Stammpflanze und Familie: *Sassafras officinale* Nees. — Lauraceae.

Nomenklatur: »Fenchelholz«.

Heimat: Baum des östlichen Nordamerika, von Kanada bis Florida verbreitet. Im Seeklima Nordwesteuropas als Zierbaum angepflanzt. Nach Mayr (2, 23) in den wärmeren Mais- und Tabakzonen Europas anbaufähig.

Holzcharakteristik (5, 147): Holz meist gelblich oder rötlich hellbraun, in Färbung und Gefüge an Ulmenholz erinnernd (s. Nr. 48). Holzquerschnitt ringporig, doch ohne Wellenlinien zwischen den Porenzonen, hier vielmehr mit zerstreuten, zum Teil kenntlichen engeren Gefäßen, auch mit kenntlichen Markstrahlen. Im Längsschnitt deutlich nadelrissig, besonders auffällig im Frühholz der Jahresringe, meist lebhaft glänzend, namentlich auf Radialflächen, durch die Markstrahlen im Radialschnitt auch querstreifig, auf tangentialen Flächen oft schon für das freie Auge fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 47; 13, 4): Gefäße oft zu 2—3 radial gereiht, auch einzeln, seltener zu mehreren in Gruppen, im Frühholz der Jahresringe zahlreich, 0,16—0,23 mm weit,

im übrigen Teile dieser spärlicher, im Spätholz oft nur noch 0,07 mm weit. Durchbrechung der Gefäßglieder meist einfach, seltener leiterförmig, gewöhnlich nur mit 1—3 derben Spangen, beides im Verlaufe des nämlichen Gefäßes vorkommend. Weite dünnwandige Thyllen namentlich in den Frühholzgefäßen. Gefäße gegen ihresgleichen mit dicht gestellten, fast kreisförmigen oder breit bis schmäler elliptischen Hoftüpfeln von 0,012—0,016 mm Querdurchmesser und querspaltenförmiger, den Hofrand fast erreichender oder kürzerer Pore. Wandschlitze, welche die Poren benachbarter Hoftüpfel untereinander verbinden, scheinen zu fehlen. Die Tüpfelung gegen angrenzende Markstrahl- oder Holzparenchymzellen teils gleichbleibend, teils gemäß den Tüpfelformen dieser Zellen abgeändert.

Beschaffenheit: Weich, leicht, leicht spaltend, sehr dauerhaft, besonders im Boden, wird von Insekten nicht angegriffen.

Prüfung: Frische Schnittflächen dufteten stark nach Fenchel und schmecken fenchelähnlich (daher »Fenchelholz«). Holzspänchen verhalten sich gegen Wasser und Alkohol wie solche des Kampferbaumholzes (s. Nr. 71).

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Thyllen, sowie die Querwände der Fasern leicht gebräunt. Markstrahl- und Holzparenchymzellen meist leer oder mit spärlichem krümligem Inhalt, nur selten auch ätherisches Öl führend. Letzteres ganz oder doch größtenteils in Alkohol löslich. Eisenchlorid vertieft die Färbung der Gefäß- und Thyllenwände, färbt die übrigen Zellwände etwas bräunlich und schwärzt das Innere mancher Markstrahlzellen.

Verwendung: Dient vornehmlich zur inneren Auskleidung von Schränken und Koffern. Das offizinelle Fenchelholz der Apotheken ist berindetes Wurzelholz von grauweißer, bräunlicher bis fast rötlicher Färbung (214).

Bemerkung: Auch in anderen Lauraceengattungen finden sich Hölzer mit Fenchelduft, so z. B. bei brasilianischen Arten von *Persea* und *Mespilodaphne*. Sogenannte »brasilianische Sassafrashölzer« von den Arten *S. amarello, S. metro* und *S. preto* besitzen zwar auf frischen Schnittflächen den charakteristischen Duft, unterscheiden sich aber vom oben beschriebenen Fenchelholz durch die fehlende Ringporigkeit, die gleichmäßige Verteilung der anscheinend nur einfach durchbrochenen Gefäße im Jahresring, die schlankeren, meist nur zweischichtigen Markstrahlen und die reichlichere Querfächerung der Fasern. Die Ölzellen mancher dieser brasilianischen Sassafrashölzer liegen nur im Holzparenchym. Die Färbung der Hölzer ist lichter bis dunkler braun (5, 147 Anm.).

73. Amberholz.

Stammpflanze und Familie: *Liquidambar styraciflua* L. — Hamamelidaceae.

Nomenklatur: »Satin-Nußbaum«, »Satin-Nuß«, »Sweet gum«, »Amerikanischer Amberbaum«, »Gum tree«, »Alligator wood«, »Red gum« (246).

Heimat: Bis 45 m hoher Baum des östlichen Nordamerika. Von Konnektikut bis südöstliches Missouri und Arkansas; südlich bis Florida und Texas.

Holzcharakteristik (5, 38): Mattbraun bis rötlichgrau, mitunter schwachstreifiges Holz, dem echten Nußbaum ähnlich, jedoch von feinerer Struktur und fast glanzlos. Auf dem Hirnflächenschnitt sind Gefäße und Markstrahlen nicht erkennbar; die Jahresringe erst unter der Lupe mehr oder minder deutlich sichtbar. Im Holzlängenschnitt erscheinen die Gefäße als sehr feine und dichtgestellte Nadelrisse. Markstrahlen im tangentialen Längsschnitt erst im Lupenbild sehr schwer erkennbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 38): Gefäße sehr zahlreich, einzeln oder zu 2—4 nebeneinander, im Querschnitt mehr oder weniger eckig, 0,06—0,09 mm weit; Gefäßglieder mit 0,17—0,2 mm langen Endflächen und leiterförmigen Durchbrechungen, deren zahlreiche Querleisten (25—30) nur etwa 6 μ voneinander entfernt sind; Gefäßwände spärlich getüpfelt (vgl. auch das Holz von *Liriodendron tulipifera* Nr. 62). Thyllen groß, dünnwandig, gebräunt. Fasertracheiden bilden die Grundmasse; gleichmäßig dickwandig mit 13—24 μ breitem Lumen und sehr engen Hoftüpfeln. Markstrahlen 1—3-schichtig, 0,16—0.8 mm hoch. Markstrahlzellen 6

bis 8 μ hoch; Kantenzellen 20—40 μ hoch und deutlich getüpfelt. Holzparenchym sehr spärlich.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, nicht sehr schwer, gut und glatt spaltend zäh, frei von Astknoten, poliert sich sehr gut (seidenartig), reißt leicht, steht nicht sehr gut. Das Holz wirft und dreht sich stark beim Trocknen, wenn es nicht vorher gedämpft wird.

Bestandteile und Inhaltsstoffe: Rotbrauner Inhalt in Markstrahlzellen, der in Alkohol unlöslich ist und sich mit Eisenchlorid schwärzt. Das Holz enthält eine stearinartige, hautreizende Substanz, die in Äther löslich, in Alkohol und Chloroform unlöslich ist. Daher stammt die Angabe, daß das Holz giftig sei und Hautentzündungen hervorrufe (16, 1; 17, 1).

Prüfung: Spez. Gewicht (ofentrokken): 0,49. Lufttrockengewicht: 543,6 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt: 81 %. Lufttrocken: 11,3 %.

Verwendung: In der Möbeltischlerei und Brandmalerei, zu Furnieren, Turngeräten, Schindeln, Zeichenbrettern und Holzpflastern.

Bemerkungen:

1. Der Baum soll wegen seines Holzes forstlich anbauwürdig sein (2, 4).

2. Die Einfuhr des »Satin-Nußbaumholzes« nach Europa steigt von Jahr zu Jahr. Eingeführt wird fast ausschließlich zerschnittenes Holz. An Qualitäten und Handelsmarken werden unterschieden: »Firsts«, »Seconds«, »No. 1 Commons« (25 % geringerwertig als die anderen beiden), »Prime sap gum« (besonders begehrt), »Californian red gum« (Sorte speziell für Holzpflaster), »Hazel pine« (au Splintholz und sonstiges Kernholz bezogen, welches auf niederem Sumpfgelände gewachsen ist und daher keinen dunklen Farbstoff enthält — es dient meist als Hobelware), »Satin Walnuß« (bezieht sich nur auf Kernholz).

3. Mit dem Holze von *Liquidambar styraciflua* L. stimmte eine als »Hazelwood«, »Red gum saps«, bezeichnete, vermutlich also von der mit jenem Baume zunächst verwandten »Virginischen Zaubernuß«, *Hamamelis virginiana* L., »Witch hazel«, abzuleitende Art im äußeren Ansehen, in Schwere, Härte und Spaltbarkeit sowie im inneren Bau fast vollkommen überein. Jahresringe waren hier noch deutlicher als dort, die Menge der auf das Quadratmillimeter entfallenden zahlreichen Gefäße blieb mit 130 hinter der mit 150—180 beim Amberholz gefundenen etwas zurück, auch scheinen hier die Markstrahlen etwas dichter zu stehen. Der radiale Durchmesser der Gefäße erreicht häufiger als im Amberholze den Wert von 0,09 mm. Keinerlei wesentliche Unterschiede bestehen hinsichtlich der leiterförmigen Durchbrechung der Gefäßglieder, der häufig quergedehnten schmalen Gefäßtüpfel, des Baues und der Ausmaße der im Tangentialschnitt meist zum Teil einschichtigen, zum Teil zweischichtigen Markstrahlen und ihrer dickwandigen Zellen, deren kantenständige im Radialschnitt da wie dort durch die unebene Begrenzung, sozusagen Höckerigkeit, der Wände gegen den Innenraum auffällt. Auch der eigentümlich rotbraune, ungefähr der Malerfarbe »Englischrot licht« entsprechend gefärbte, durch Eisenchlorid sich schwärzende Inhalt der Markstrahlzellen ist diesen Hölzern gemeinsam. Dem Splint des Holzes der Zaubernuß fehlen die im Kernholz reichlich vorhandenen Thyllen; die Markstrahl- und Holzparenchymzellen enthalten zahlreiche, ansehnliche, sehr ungleich geformte, häufig zusammengesetzte Stärkekörner (Zwillinge, Drillinge, auch mehrteilige, stäbchenförmige Gestalten). An Wasser wie Alkohol geben Spänchen kaum Farbstoff ab, immerhin bewirkt nachträglicher Zusatz von Eisenchlorid in Wasser, das mit den Spänchen durch einige Tage in Berührung war, eine sehr geringe Schwärzung.

74. Platanenholz.

Stammpflanze und Familie: *Platanus orientalis* L. und *Platanus occidentalis* L. — Platanaceae.

Nomenklatur: *Platanus orientalis* L.: »Eastern plane«, »Doolb«, »Buna«. — *Platanus occidentalis* L.: »Sycamore«, »Button wood«, »Button ball«, »Water beech«.

Heimat: *Platanus orientalis* L.: Kleinasien (Orient — Korfu — Mittelmeerregionen — Kaukasus — Himalaja). — *Platanus*

occidentalis L.: Nordamerika (Kanada — Vereinigte Staaten — Florida — Texas).

Holzcharakteristik: Holz zerstreutporig. Splint breit, sehr hell, weißlich bis schwach rötlich. Kern braun. Gefäße unkenntlich. Markstrahlen sehr zahlreich, groß. Im tangentialen Längsschnit liegen die Markstrahlen dicht zusammen und bilden bis über 2 mm lange spindelförmige Streifchen. Im radialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen als glänzende »Spiegel«. (Siehe Schlußbemerkung.)

Anatomische Holzcharakteristik (7, 3; 452): Gefäße sehr zahlreich, einzeln oder bis zu 7 in Gruppen, durchschnittlich 0,07—0,08 mm weit; Gefäßgliedenden einfach- oder leiterförmig durchbrochen, mit 1, 4—5 auch 12 Querleisten von fast 2,8 μ Dicke und meist 8—14 μ Entfernung voneinander. Hoftüpfel queroval mit schmalen, quergestellten Porenspalten. Markstrahlen 0,03 bis 0,17 mm breit, 2—12 Zellen umfassend; 0.25—1,17 mm hoch, meist 20 auch bis über 70 Zellen umfassend; hie und da kurze Längsreihen bildend. Markstrahlzellen rundlich, ziemlich dickwandig, 9 bis 28 μ hoch. In ihnen vereinzelt Oxalatkristalle. Fasertracheiden und Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse. Holzparenchym in direkter Umgebung der Gefäße und in den Spätholzgrenzen. (Siehe Schlußbemerkung.)

Beschaffenheit (2, 5): Holz ziemlich hart, mittelschwer, sehr zäh und sehr schwerspaltend, von geringer Dauer; große Heizkraft.

Inhaltsbestandteile: Kalziumoxalatkristalle in Markstrahlzellen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht durchschnittlich: 0,63. Lufttrockengewicht: 831,5 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt: 77%.

Verwendung: Brauchbares Werkholz, zu Einlegearbeiten (17, 2) und zur Papierfabrikation (7, 3) geeignet.

Bemerkungen: 1. Die Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik des Holzes sind bei *Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis* gleich.

2. Das als »Sycamore« gehandelte Holz zeichnet sich durch gleichmäßige rotbraune Färbung und auffallende Musterung aus. Nach Wilhelm soll diese Erscheinung vermutlich die Folge von Dämpfung des Holzes sein.

75. Gemeines Birnbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Pirus communis* L. — Rosaceae.

a) *Pirus communis silvestris:* »Wilder Birnbaum«, »Holzbirne«.

b) *Pirus communis sativa* de Cand.: »Kultivierter Birnbaum«.

Heimat: Mittel- und Südeuropa bis Vorderasien und Sibirien.

Holzcharakteristik (5, 40): Holz zerstreutporig, gleichmäßig rötlich; gesundes Holz ohne farbigen Kern, jedoch mit Markfleckchen. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich. Holzlängsschnitt glanzlos, sehr gleichmäßig dicht.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 40; 18, 1): Gefäße zahlreich, ziemlich gleichmäßig verteilt, meist einzeln, 0,05—0,08 mm weit; im Mittel 0,03 bis 0,05 mm (18, 2); keine Schraubenleistchen; Gefäßdurchbrechungen einfach. Markstrahlen zahlreich; 13—14 auf je 1 mm Hirnschnittsfläche (18, 2); selten einschichtig, meist 2—3 Zellen breit, 0,17 bis 0,5, selten bis 0,8 mm hoch. Markstrahlzellen meist 8—14 μ, seltener bis 22 μ hoch, im Mittel 13—15 μ (18, 2); mit den Gefäßen durch zahlreiche Tüpfel verbunden; häufig mit braunem Inhalt. Fasertracheiden dickwandig, bilden die Grundmasse. Holzparenchym zahlreich, durchsetzt die Fasertracheidenmasse; Zellen häufig mit braunem Inhalt.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, wenig elastisch, mittelschwer, schwerspaltig, ziemlich biegsam, sehr dauerhaft, schwindet ziemlich stark, gut bearbeitungs- und schön politurfähig. Das Holz arbeitet fast gar nicht.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,71—0,73. Grüngewicht: 900—1070 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahl- und Holzparenchymzellen häufig brauner Inhalt.

Verfälschung und Ersatz: Schwarzgebeizt der beste Ersatz für Ebenholz.

Verwendung: Wertvolles Werkholz für Tischler, Drechsler und Mechaniker; vortreffliches Schnitzholz; wegen seiner

großen Formbeständigkeit für Maßstäbe, Holzmaßinstrumente, Maschinenteile, Reißschienen usw. bevorzugt. Wegen seiner gleichmäßigen Dichte und feinen Textur sehr gut für Furniere geeignet.

Bemerkung: Durch Auslaugen in Dampfkästen erhält das Birnbaumholz seine tiefere rötlichbraune Färbung. Es ist für Schwarzbeizerei sehr geeignet und bildet neben Ahornholz in durchgefärbten Stücken von 1 m Länge und 40 cm Querschnitt den besten Ersatz für Ebenholz.

Über »Afrikanisches Birnholz« siehe Nr. 162.

76. Holz des wilden Apfelbaums.

Stammpflanze und Familie: *Malus communis* Lamarck, *Malus silvestris* Miller, *Malus dasyphylla* Borkhaus. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Holzapfel«, »Wildapfel«.

Heimat: Bis 7 m hoher, langsamwüchsiger Baum Mittel- und Südeuropas und des Orients bis Indien. Himalaja?

Sorten: Dunkler rotbraune Stücke sind durch Dämpfung gewonnen.

Holzcharakteristik (5, 41): Holz zerstreutporig. Splint rötlichweiß; Kern schön rotbraun mit vielen Markfleckchen durchsetzt. Spätholzzonen oft auffallend dunkel. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich. Holzlängsschnitt glanzlos, dicht (siehe Schlußbemerkung).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 41): Gefäße meist 0,04 bis 0,06 mm weit (18, 2); Markstrahlen 10—13 je 1 mm. Querschnittsfläche 0,18 bis 0,44 mm hoch; Markstrahlzellen 5,6 bis 27 μ, im Mittel 13—17 μ groß (18, 2) (siehe Schlußbemerkung).

Inhaltsstoffe: Bräunlicher Inhalt in allen Gewebewänden, in vielen Zellen und Gefäßen.

Beschaffenheit: Ziemlich fest und hart, wenig elastisch, biegsam, mittelschwer, schwerspaltig, nicht sehr dauerhaft, schwindet stark und besitzt sehr geringe Dauer; ziemlich brennkräftig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,76, Grüngewicht: 950 bis 1260 kg je 1 cbm.

Verwendung: Das Holz wilder Apfelbäume ist geschätzter als das veredelter Bäume (19, 1). Weniger wertvoll als »Birnbaum«; sonst wie dieses verwandt zu Tischler-, Drechsler-, Mechaniker- und Schnitzarbeiten. Das Holz ist schön polituriähig.

Bemerkung: Die Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik sind bei den aufgeführten Arten gleich und denen des Birnbaumholzes sehr ähnlich.

77. Holz des Elsbeerbaums.

Stammpflanze und Familie: *Sorbus torminalis* Crantz. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Atlasbeerbaum«, »Ruhrbirne«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum Mittel- und Südeuropas; bis nach den Kaukasusländern verbreitet.

Holzcharakteristik (5, 42): Holz zerstreutporig. Der frische Schnitt rötlichweiß, bräunlich nachdunkelnd. Splint breit. Kern rotbraun oder fehlend, mit meist zahlreichen Markfleckchen. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich. Jahresringe nicht immer deutlich. Holzlängsschnitt glanzlos, gleichmäßig dicht, fein aber kurzfaserig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 42): Gefäße meist einzeln, ziemlich gleichmäßig verteilt, 0,03—0,05 [typischer Durchschnittswert: 0,038 bis 0,05 mm (18, 2)] mm weit, Wände mit zarten Schraubenleistchen; Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Markstrahlen zahlreich, 9—12 auf je 1 mm Hirnflächenschnitt, meist 2, seltener 3 Zellen breit, 0,12—0,42 mm hoch; Markstrahlzellen 5,6—14, seltener bis 28 μ, im Durchschnitt 14—17 μ (18, 2) hoch. Fasertracheiden bilden die Grundmasse, deutliche Hoftüpfel, hie und da schwer kenntliche, sehr feine Schraubenleistchen. Holzparenchym in der Masse der Fasertracheiden verstreut.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, sehr fest und elastisch, ziemlich biegsam, schwer, schwerspaltig (muschlige Spaltfläche), stark schwindend, dauerhaft und sehr brennkräftig.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen des Kernholzes, in den Markstrahlzellen und Holzparenchymzellen brauner Inhalt.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht im Mittel: 0,77, Grüngewicht: 870 bis 1130 kg je 1 cbm.

Verwendung: Geschätztes Werkholz besonders für Maßstäbe, Flöten und wissenschaftliche Instrumente. In der Wagnerei, Tischlerei und Drechslerei (Mangelrollen, Kegel, Holzschrauben usw.) verwendet.

78. Das Holz des Vogelbeerbaums.

Stammpflanze und Familie: *Sorbus aucuparia* L. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Eberesche«.

Heimat: Ein bis 16 m hoher Baum in Europa, bis Nordkap und in ganz Nordasien verbreitet.

Holzcharakteristik (5, 43): Holz zerstreutporig. Splint sehr hell, schwach rötlich; Kern lichtbraun, häufig Markfleckchen. Jahresringe deutlich, schön gerundet. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich. Holzlängsschnitt glänzend, ziemlich gleichmäßig dicht. Jahresringe mit feinen Grenzlinien.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 43): Wie das Holz des »Elsbeerbaumes«, jedoch die Gefäße im Fruchtholz vielfach zahlreicher; 0,03 bis 0,07 mm weit; die Markstrahlen meist zweischichtig, auch einschichtig, 0,17—0,38 mm hoch; die Markstrahlzellen meist 5,6—8 μ, seltener 11—22 μ hoch.

Inhaltsstoffe: In Markstrahlzellen und Kernholzgefäßen brauner Inhalt. Die Reinasche enthält 3,2% Fe_2O_3.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, fest, mittelschwer, ziemlich biegsam und elastisch, äußerst schwerspaltig (muschelförmig), von geringer Dauer, schwindet mäßig, mittlere Brennkraft, im Freien sehr wenig dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht durchschnittlich: 0,64, Grüngewicht: 810 bis 1170 kg je 1 cbm.

Verwendung: Vorzügliches Wagnerholz, auch zu Tischler-, Drechsler- und Holzschnitzerarbeiten verwendet.

79. Holz des Weißdorns.

Stammpflanze und Familie: *Crataegus oxyacantha* Lin., *Crataegus monogyna* Jacq. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Hagedorn«, »Ghunza«, »Pingyat«.

Heimat: Europa, Nordafrika, Vorderasien bis Sibirien und Himalaja.

Holzcharakteristik (5, 44): Holz zerstreutporig, rötlichweiß, gleichmäßig mit zahlreichen Markfleckchen. Gefäße und Markstrahlen unkenntlich. Holzlängsschnitt glanzlos, gleichmäßig dicht. Jahresringe treten nur undeutlich hervor (siehe Schlußbemerkung).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 44): Gefäße außerordentlich klein, 0,04—0,045—0,066 (18, 2) mm weit. Markstrahlen 13—16 auf 1 mm Hirnflächenschnitt (18, 2), zwei bis dreischichtig, leicht geschlängelt, 0,17—0,5 mm hoch. Markstrahlzellen 5,7—48 μ, meist 8—11 μ, häufig 15—18 μ (18, 2) hoch (siehe Schlußbemerkung).

Beschaffenheit: Hart, schwer, zäh, sehr schwerspaltig, dauerhaft, stark schwindend.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,81—0,88.

Verwendung: Geschätztes Wagner- und Drechslerholz; gradwüchsige Triebe werden zu Spazierstöcken verarbeitet.

Bemerkungen: Beide Crataegusarten sind im Holz gleich. Der anatomische Bau entspricht dem des »Birnbaumholzes« (*Pirus communis* L.; siehe Nr. 75).

80. Das Holz des Zwetschgenbaumes.

Stammpflanze und Familie: *Prunus domestica* L. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Zwetsche«, »Zwetschke«, »Zwetschge«, »Gemeine Pflaume«.

Heimat: Kleiner bis 8 m hoher Baum, der nach Nymann im Pontus, in Lazistan und Nordpersien heimisch ist. Verwildert in mehrfachen Formen oder Blendlingen vom mittleren Europa bis zum Orient. Der Baum wird besonders im österreichischen und mittleren Balkangebiet in großer Menge angepflanzt. Südlich der Donau bildet er ganze Wälder.

Holzcharakteristik (5, 45): Holz zerstreutporig, Splint schmal, rötlichweiß. Kern rotbraun bis violettbraun, auch unregelmäßig gefärbt. Frühholzzonen der Jahresringe heller. Markstrahlen zahlreich, deutlich. Gefäße unkenntlich, bei Lupenbetrachtung im Frühholz meist zahlreicher als in anderen Teilen der Jahresringe. Holzlängsschnitt glänzend. Ra-

dialschnitt längsstreifig (Jahresringe). Im Splinte häufig rötliche »Spiegel« (Abb. 85).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 45): Gefäße einzeln oder zu wenigen in Gruppen, im Frühholz 0,05 bis 0,08 mm, im äußeren Spätholz 0,017 bis 0,03 mm weit; Ring- und Spiralleisten

Abb. 85.
Querschnittsansicht des Holzes von *Prunus domestica*. Vergr. 3/1. (Nach R. Hartig.)

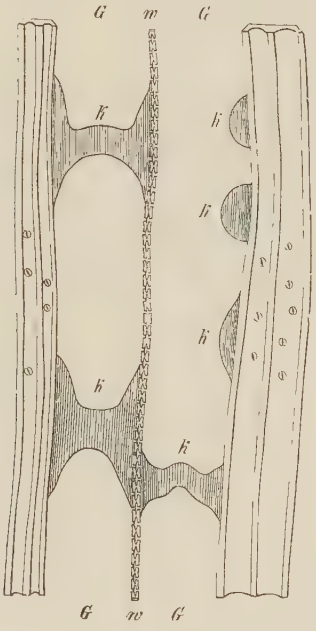


Abb. 86.
Gefäße *G G* im Kernholz des Kirschbaums, mit Abscheidungen *k* von »Kerngummi«, im radialen Längsschnitt. *w* gemeinsame, behöft getüpfelte Scheidewand zwischen den beiden Gefäßen; an diesen Fasertracheiden. 250/1. (Nach Wilhelm.)

weit voneinander abstehend. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen; in denen des Kernholzes Kerngummi. Markstrahlen sehr ansehnlich, 3—7 Zellen breit, meist 0,36—1,3 mm hoch, vereinzelt eine einschichtige Kante aufgesetzt, wenige klein und einschichtig. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rund, dickwandig meist 5,6—11 μ, seltener 28—42 μ hoch, im Radialschnitt entweder quadratisch oder höher als breit; die in der Streichrichtung der Markstrahlen liegenden Wände hie und da schwach zackig, durch kleine Tüpfel mit den Gefäßen verbunden. Fasertracheiden bilden die Grundmasse, sie sind dickwandig, entweder ringsum getüpfelt und mit feinen Schraubenleisten, oder nur auf der Radialfläche wenig getüpfelt (Übergang zu Sklerenchymfasern) und glattwandig. Holzparenchym spärlich. Die Wände aller Elemente sind im Kernholz gelb-rötlichbraun.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, schwer, ziemlich schwerspaltig, von geringerer Dauer.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen des Kernholzes Kerngummi; gelblich- bis rötlich- bis tief-rotbraune Massen, welche die Gefäße entweder homogen anfüllen oder in halbkugeligen Tropfen den Wänden ansitzen (Abb. 86).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,68—0,90.

Verwendung: Das Holz gilt in der Drechslerei als das beste Material für Faßhähne. Es wird besonders auch zu antiken, italienischen figürlichen Intarsien verwendet.

Bemerkung: Die Hölzer des »Aprikosenbaumes«, *Prunus armeniaca* L., des »Pfirsichbaumes«, *Prunus persica* Sieb. et Zucc., und des »Mandelbaumes«, *Prunus amygdalus* Stok., sind dem des Zwetschgenbaumes, besonders auch in der Färbung des Kernes, sehr ähnlich. Sie neigen jedoch mehr zur Ringporigkeit und zu ansehnlicher Breite der Markstrahlen, namentlich die beiden letztgenannten.

81. Holz der Vogelkirsche.

Stammpflanze und Familie: *Prunus avium* L. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Vogelkirsche«, »Süßkirsche«, »Wildkirsche«, »Wild black fruited cherry tree« (Engl.), »Sweet cherry« (Amer.).

Heimat: Europa, Westasien bis Yunnan, östliche Vereinigte Staaten, meist einzeln in Wäldern zerstreut (430).

Holzcharakteristik (5, 46): Gefäße unkenntlich, wegen ihrer Anhäufung im Frühholz der Jahresringe, dieses lockerer. Splint schmal, rötlichweiß.

Kern hell, gelb-rötlichbraun. Markstrahlen zahlreich, deutlich. Der tangentiale Längsschnitt ist glänzend, der radiale Längsschnitt fein längsstreifig; häufig auch schmale Spiegel.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 46): Entspricht der von *Prunus domestica* (siehe Nr. 80). Gefäße einzeln oder zu 2—6 in Gruppen, welche oft radiale oder schräge Reihen bilden, im Frühholz 0,07—0,10 mm, im Spätholz 0,077—0,03 mm weit. Markstrahlen meist 2—3 Zellen breit, 0,28—0,5 auch mehr Millimeter hoch, selten einschichtig. Markstrahlzellen meist 8—14 μ, selten bis 28 μ hoch, dickwandig, im Tangentialschnitt rund. Zellwände des Kernholzes ungefärbt (Gegensatz zu *Prunus domestica* L.)

Beschaffenheit: Hart, fest, mittelschwer, grobfaserig, sehr schwerspaltig, ziemlich biegsam, elastisch, hochpolierfähig, stark schwindend, wenig dauerhaft, ziemlich brennkräftig.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen des Kernholzes gelbliche Ausscheidungen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0.66 (im Mittel), Grüngewicht: 650 bis 1050 kg je 1 cbm.

Verwendung: Vom Tischler, Dreher, Wagner und Instrumentenmacher geschätztes Holz, insbesondere in Maserstücken für Herstellung von Möbeln sowie zu Einlegearbeiten.

82. Holz der Traubenkirschen.

a) Stammpflanze und Familie: *Prunus padus* L. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Ahlkirsche«, »Faulbaum«.

Heimat: Europa, Orient, Westasien, Sibirien (Amurgebiet, Kamtschatka), Himalaja.

Holzcharakteristik (5, 47): Splint breit, gelblich- bis rötlichweiß. Kern lebhaft hellbraun, zerstreutporig, feinfaserig. Gefäße unkenntlich. Markstrahlen häufig unkenntlich. Jahresringe durch feine Linien begrenzt. Holzlängsschnitt glänzend. Radialschnitt oft mit auffälligen Spiegeln.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 47): Diese entspricht der von *Prunus domestica* L. und *Pr. avium* L. (siehe Nr. 80 u. 81). Gefäße im Frühholz: 0,05—0,08 mm weit, in denen des Kernholzes brauner Inhalt. Markstrahlen mehrschichtig, meist 3 bis 5 Zellen breit; 0,33—0,75 mm hoch. Markstrahlzellen meist 5,6—11 μ, vereinzelt bis 19 μ hoch.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, mittelschwer, leichtspaltig, leicht biegsam, elastisch, schwindet mäßig, wenig dauerhaft, sehr gut politurfähig, in frischem Zustand unangenehmer Geruch (bittermandelähnlich).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,61, Grüngewicht: 1000 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Tischler-, Wagner- und Drechslerarbeiten und in der Instrumentenmacherei benutzt. Als Kohle zur Pulverherstellung. Die jungen Stockausschläge liefern Reifen, Bindwieden usw.

b) Stammpflanze und Familie: *Prunus serotina* Eberh. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Amerikanische Spätkirsche«, »Späte Traubenkirsche«, »Wild black cherry«, »Rum cherry«, »Whisky cherry«.

Heimat: Bis 30 m hoher Baum des östlichen Nordamerika (von Neuschottland bis Florida). In Europa kultiviert.

Holzcharakteristik: Ziemlich fein- und geradfaseriges, glänzendes Holz, mit unwesentlichem Unterschied zwischen Früh- und Spätholz. Splint gelblich, schmal, selten aus mehr als 10 Jahresringen bestehend. Kern rötlichbraun. Markstrahlen klein, undeutlich. Jahresringe 11 je 2,5 cm. Sonst vor allem im anatomischen Holzcharakter entspricht dieses Holz dem der europäischen Kirschenarten (siehe Nr. 81).

Beschaffenheit: Leicht bearbeitungsfähig, fest, schwer, hart (älteres Holz ist etwas weicher), sehr dauerhaft, hoch polierfähig. Das Holz wirft sich nicht, reißt nicht beim Trocknen und »steht« gut; es läßt sich gut beizen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,510, Grüngewicht: 735,5 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt: 55% (lufttrocken: 9,2%).

Verwendung: In der Möbelschreinerei und Drechslerei, zu Inneneinrichtung und allen Zwecken, wo Holz gewünscht wird, welches sich weder wirft noch

schwindet. Auch zu Pfosten, Bahnschwellen und beim Schiffsbau verarbeitet. Furniere besitzen ein mahagoniähnliches Aussehen. Durch entsprechende Beizung dem Mahagoni und dem Ebenholze ähnlich zu machen.

Bemerkung: Für Forstkulturen in Europa geeignet (2, 6).

c) Stammpflanze und Familie: *Prunus Shiuri* Fr. Schmidt. — Rosaceae.

Nomenklatur: »Schiurikirsche«.

Heimat: Bis 25 m hoher, raschwüchsiger Baum Japans, Sachalins und der Mandschurei.

Holzcharakteristik: Das Holz hat purpurbraune Farbe; es entspricht in seinem Äußeren und in den anatomischen Merkmalen dem Holz der europäischen Kirscharten (s. Nr. 81), in seiner Beschaffenheit und Verwendung dem der amerikanischen Spätkirsche (s. Nr. 82, b).

83. Bobáiholz.

Stammpflanze und Familie: *Albizzia Welwitschii* Oliv. — Leguminosae-Mimosoideae.

Nomenklatur: »Isáka« (Kamerun).

Heimat: Bäume des tropischen Westafrika (Kamerun bis zu den Bergwäldern Angolas, östlich bis in das Ghasalquellengebiet und Kordofan).

Holzcharakteristik (5, 48; 9, 4; 10, 5): Splint rötlichgrau. Kern rosenrot. Die Hirnfläche zeigt hellere und dunklere Querzonen in ungleichen Abständen, mit helleren oft quer- oder schrägstreifig geordneten Pünktchen. Längsschnitt deutlich nadelrissig, besonders im Kern abwechselnd hellere und dunklere Querzonen. Radialschnitt glänzend, mit, auch im Splint feinen, rötlichen querstreifig verlaufenden Markstrahlen. Das Lupenbild zeigt in den helleren Pünktchen der Hirnfläche Gefäße; feine helle Querlinien in ungleichen Abständen, aber die Pünktchen miteinander verbindend, ferner feine Markstrahlen bis 15 je 2 mm Querschnittbreiten. Auf dem tangentialen Längsschnitt kurze schmale, nicht in Quer reihen geordnete Strichelchen (Abb. 87).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 40): Gefäße einzeln, selten zu 2—3 in Radialreihen; 4—6 je 1 qmm; 0,14—0,25 mm weit, ziemlich dickwandig. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Hoftüpfel meist 0,008 mm breit, rund, oval bis spaltenporig. Fasern bilden die Grundmasse, dickwandig, verschieden geformt und groß, mit verschieden weitem, oft verschwindendem Lumen, mit Neigung zur radialen Anordnung und reichlichen, sehr kleinen Tüpfeln, die gewöhnlich auf den Radialrändern in je einer Hauptreihe stehen. Holzparenchym reichlich, die Gefäße einbettend, teils in Gruppen von den Gefäßen aus in die Fasermassen ausstrahlend, teils in fortlaufenden 0,09 bis 0,70 mm voneinander entfernten Querzonen. Letztere sind einschichtig oder verbinden in mehrschichtigen schmalen Zonen die Gefäße miteinander. Markstrahlen im Tangentialschnitt selten einschichtig, meist 2—5 Zellen breit, 0,08 bis 1,0 mm, meist über 0,4 mm hoch. Markstrahlzellen klein, rundlich, ziemlich dickwandig, 0,004—0,016 mm hoch, 0,004 bis 0,012 mm breit, ebenso hohe oder etwas höhere Kantenzellen; im Radialschnitt bis zu zehnmal länger als hoch, mit fast ebensolchen Kantenzellen.

Beschaffenheit: Sehr schwer. hart, dicht, sehr zäh, sehr tragfähig, bruchfest, spaltet uneben, gut zu bearbeiten. Bei Bearbeitung entwickelt sich ein kräftiger Gerbstoffgeruch.

Inhaltsstoffe: Tiefroter Inhalt in den Kernholzzellen der Markstrahlen, des Holzparenchyms und in vereinzelten Fasern. Ferner harzähnliche, klumpige Massen an den Wänden der Gefäße oder diese ausfüllend, gelblich oder am Rande vollständig gebräunt, mitunter grobgeschichtet, in Alkohol unlöslich, mit Eisenchlorid sich tief schwärzend. Der alkoholische Auszug hinterläßt nach Verdunstung einen weißlichen Rückstand, welcher durch Eisenchlorid geschwärzt wird. Im Splint gelblich- bis rötlichbrauner Inhalt, ebenso in vielen Holzparenchym- und Markstrahlzellen. Kristallkammern mit Kalziumoxalat; Stärkekörner in Markstrahlen und Holzparenchym; die letzteren auffallend groß, häufig rechteckig bis 0,06 mm lang, fast die ganze Zelle ausfüllend. Harzeinschlüsse der Gefäße wie beim Kernholz. Der weißliche Rückstand des Alkoholauszuges wird von Eisenchlorid nicht geschwärzt.

Prüfung: Spez. Gewicht: 0,88—0,91.

Verwendung: Wertvolles Möbel- und Drechslerholz. Sehr geeignet im Bergwerkbau (Träger), Wagenbau (an Stelle von Eschenholz), zu Fußböden und Spazierstöcken.

Bemerkung: Nach Harms (20, 1) erinnert das »Bobáiholz« an *Copaifera Demeusii*. Eine von Wilhelm (5, 177) beschriebene Bobáiholzprobe aus Kamerun gehört nicht zur Art *Albizzia Welwitschii* Oliv., sehr wahrscheinlich nicht einmal zur Gattung *Albizzia*, trotz mancher äußeren Ähnlichkeit mit dem Bobáiholz. Mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Abstammung der Holzprobe sei hier nur auf die Untersuchung Wilhelms (5, 177) verwiesen.

84. Nußhölzer oder Nußbaumhölzer.

Unter dem Namen Nußbaumhölzer kommen wertvolle Hölzer in den Handel, deren Abstammung und Herkunft vielfach noch unbekannt oder unsicher ist. Wilhelm (5) beschreibt folgendes:

a) Ostindisches Nußbaumholz: Fälschlich als von *Albizzia lebbek* stammend angegeben, jedoch scheinbar einer dieser verwandten Albizzia-Art zugehörig.

Holzcharakteristik: Nußbraunes Kernholz. Auf der Hirnfläche sind die Gefäße meist in hellen, etwas quergedehnten, stellenweise zusammenfließenden Pünktchen kenntlich, hie und da mit dunklerem Kernstoff angefüllt. Sind helle Querlinien vorhanden, so sind sie weniger häufig und zarter als die von *Albizzia Welwitschii*. Markstrahlen zahlreich, oft über 20 auf 2 mm Querschnittsbreite, sehr fein, kaum erkennbar; im radialen Längsschnitt wenig auffällige Querstreifen bildend. Längsflächenschnitt fast glanzlos, sehr deutlich nadelrissig, in den angeschnittenen Gefäßen vereinzelt schwarzer, glänzender Inhalt. Im Lupenbild Gefäße deutlich, in ihrer Umgebung und in feinen Querzonen und besonders im Holzparenchym feine weiße Pünktchen von Kalziumoxalat (Einzelkristalle), die im Längsschnitt auch als weiße Strichelchen auftreten. Markstrahlen verschwinden teilweise, im tangentialen Längsschnitt als zahlreiche, feine dunkle Striche.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder seltener zu mehreren in Gruppen oder Radialreihen, 0,025—0,035 mm weit, der tangentiale Durchmesser kommt dem radialen häufig gleich oder übertrifft ihn. Holzparenchym bettet die Gefäße ein und durchsetzt deren Radialreihen sowie die Fasermassen mit ein- oder wenigschichtigen Querzonen. Fasern bilden die

Abb. 87.
Albizzia Welwitschii Oliv. »Bobáiholz«. *G* Gefäße. *H* Holzparenchymbänder. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

Grundmasse, sie sind dickwandig, ungleich in Größe und Form des Querschnittes, Tangentialbreite bis zu 0,028 mm meist in Radialreihen, dann abgeplattet. Tüpfel winzig und spärlich, Markstrahlen einschichtig, im Tangentialschnitt 2—20, meist 6—12 Zellen hoch, im Radialschnitt ungefähr 4—6 mal länger als hoch, auch kürzer bis quadratisch, oder auch höher als breit.

Inhaltsstoffe: Wände aller Gefäße und Zellen gelbbräunlich. In vielen Gefäßen, allen Markstrahlzellen, Fasern und Holzparenchymzellen tiefbrauner Inhalt, der in Alkohol so gut wie unlöslich ist. In Fasern und Holzparenchymzellen, die keinen Inhalt haben, große Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Der braune Inhalt der Markstrahl- und Holzparenchymzellen wird durch Eisenchlorid tiefschwarz. Der Alkoholauszug des Holzes

hinterläßt nach Verdunstung einen an seinen Rändern kreideweißen Rückstand, der durch Eisenchlorid nicht geschwärzt wird.

Beschaffenheit: Sehr hart, dicht, schwerer als Wasser (gewässertes Stück).

Verwendung: Möbel- und Kunsttischlerei.

Bemerkungen: Dieses Holz ähnelt dem der *Albizzia lebbek,* unterscheidet sich von diesem jedoch hauptsächlich durch die einschichtigen Markstrahlen.

b) »Afrikanisches Nußbaumholz«: Handelsstück unbekannter Herkunft und Abstammung.

Dieses Holz unterscheidet sich von dem vorherbeschriebenen Ostindischen Nußbaumholz in der Holzcharakteristik nur durch die gleichmäßig dunkelbraune Färbung, durch weitere, hellumrandete Poren und helle wellige Querlinien, welche die Poren untereinander verbinden. Es ist im Längsschnitt gröber nadelrissig.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen, seltener zu mehreren in engen Gruppen, häufig über 0,26 mm weit.

Beschaffenheit: Weniger hart, weniger dicht, spröder.

Bemerkungen: Auch dieses Holz stammt sehr wahrscheinlich von einer *Albizzia spec.*

c) Nußbaumholz: teils »Afrikanisches Nußbaumholz«, teils »Para-Nußholz« genannt. (Der eine oder der andere dieser Beinamen ist falsch).

Familie: Voraussichtlich zu den Meliaceen gehörig und nicht zu den Leguminosae-Mimosoideae.

Holzcharakteristik: Hell ockerbraun. Auf der Hirnfläche Gefäße gleichmäßig verteilt, hie und da deutlich als helle Pünktchen hervortretend; Gefäßfurchen im tangentialen und radialen Längsschnitt teils leer, teils mit braunem bis schwarzem Inhalt angefüllt; in zu Querzonen angeordneten, den Gefäßen parallellaufenden Hohlräumen (Sekretlücken), ebenfalls mitunter brauner bis schwarzer Inhalt. Holzlängsschnitt sehr lebhaft glänzend, deutlich nadelrissig, die Hohlräume bilden straffe, dunkle Linien. Fasern von ungleichem Verlauf, durch welchen je nach dem Lichteinfall der Längsschnitt helleres oder dunkleres Aussehen erhält. Jahresringe zuweilen schwach angedeutet. Markstrahlen unkenntlich. Im Lupenbild Markstrahlen sichtbar, auf der radialen Schnittfläche querstreifig, auf der tangentialen fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder zu mehreren in Radialreihen, durchschnittlich 9 je Millimeter Querschnittfläche, meist 0,15 bis 0,23 mm weit, mit sehr kleinen 0,004 mm breiten oder noch kleineren Hoftüpfeln dicht besetzt. Tüpfelpore spaltenförmig quer oder schräg gestellt. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, meist dickwandig, von ungleicher Querschnittsform und Größe, in Radialreihen oder regellos angeordnet, spärlich mit winzigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym durchsetzt hie und da die Fasermassen und bettet meist die Gefäße ein, führt Einzelkristalle von Kalziumoxalat in Kristallkammerfasern. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist 3—4schichtig, 0,22—0,70 mm hoch. Markstrahlzellen klein, meist 0,008 bis 0,016 mm hoch und etwa halb so breit, die der Markstrahlkanten etwas dickwandiger; im Radialschnitt länger als hoch. Wände aller Gefäße und Zellen mehr oder weniger gebräunt.

Inhaltsstoffe: In vielen Gefäßen rötlichbrauner Inhalt unregelmäßig verteilt oder als Wandbelag. In den Sekretlücken bei auffallendem Licht schwarze Substanz. In vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms schwarzbräunlicher Inhalt in Form von wandständigen erstarrten Tropfen. Die Inhaltsstoffe sind in kaltem Alkohol unlöslich und werden durch Eisenchlorid schwarzbraun gefärbt.

Beschaffenheit: Mäßig hart und schwer, leicht spaltbar.

Verwendung: Wertvolles, vielseitig verwandtes Nutzholz.

d) »Westindisches Jamaika-Nußholz« oder »Ubilaholz«.

Holzcharakteristik (5): Holz licht graurötlich, auf der Hirnfläche mit schwach ausgeprägter Jahresringbildung, erst mit der Lupe erkennbaren Gefäßen, die meist zu 2—7 in radiale, den wenig hervortretenden Markstrahlen streng pa-

rallele Reihen geordnet sind, und gleichfalls erst bei Lupenbetrachtung sichtbaren weißen Pünktchen (Kalziumoxalatkristallen). Im Längsschnitt bilden die Gefäße ziemlich feine, oft leicht gebogene, matte bis glänzende Längsfurchen ohne auffälligen Inhalt, die Markstrahlen im Radialschnitt rötliche Querstreifen, auf der Tangentialfläche unter der Lupe feine rötliche Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5): Gefäße 0,07—0,11 mm weit, derbwandig, meist zu zwei oder mehr in radialen Reihen, seltener einzeln, von diesen wie jenen 3—5 auf den Quadratmillimeter. Gefäßtüpfel ziemlich klein, kaum 0,008 mm breit, dicht gedrängt, doch einander meist nicht abflachend, mit querem Porenspalt, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Die Grundmasse bilden derb- bis dickwandige Fasern, und zwar zum großen Teile Parenchymfasern, meist zart gefächert (häufig Stärke, nicht selten Kristalle von Kalziumoxalat führend), im Querschnitt des Holzes ungleich groß, in schmalen Querzonen (Grenzen von Zuwachsschichten?) abgeplattet, sonst meist rund, die weiteren meist auch mit rundem oder elliptischem Lichtraum, dessen Durchmesser den der gemeinsamen Scheidewände übertrifft. In diesen enge Zwischenzellräume, im Querschnitt als meist dreieckige Zwickel. Die Fasermasse wird durchsetzt von dünnwandigem, weitzelligem Holzparenchym mit großen Einzelkristallen von Kalziumoxalat (meist von anderer Form wie in den Fasern). Holzparenchym außerdem an den Gefäßen (hier meist nicht kristallführend). Holzparenchymzellen, soweit sie zwischen Fasern stehen, sämtlich in Kammern geteilt, die von je einem großen Kalziumoxalatkristall meist vollständig ausgefüllt werden. Markstrahlen im Tangentialschnitt einschichtig oder in einzelnen, seltener in allen Stockwerken zweischichtig, bis 0,50 mm hoch, ihre Zellen in dieser Ansicht rund oder elliptisch bis rechteckig, meist 0,020—0,028 mm (die Endzellen da und dort auch bis 0,040 mm) hoch, 0,012 bis 0,020 mm breit, im Radialschnitt alle liegend, doch manche Kantenzellen nur kurz, alle ziemlich dünnwandig, ringsum klein getüpfelt, gegen Gefäße der Tüpfelung dieser angepaßt.

Beschaffenheit: Hart, schwer, dicht, doch gut spaltend.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahl- und den die Gefäße begleitenden Holzparenchymzellen lebhaft gelbbrauner Kernstoff als ansehnlicher Wandbelag oder von rundlichen Hohlräumen durchsetzte Ausfüllung, mit Eisenchlorid sich schwärzend.

Verwendung: Vorzügliches Holz für die Möbeltischlerei.

85. Veilchenholz.

Stammpflanze und Familie: *Acacia homalophylla* A. Cunn. — Leguminosae-Mimosoideae.

Heimat: Kleiner Baum Südaustraliens, Queensland, Neusüdwales. In den Vereinigten Staaten eingeführt.

Nomenklatur: »Myal«, »Viktoria Myal«, »Spear wood«, »Gidya«.

Holzcharakteristik (5, 49; 6, 3): Holz zerstreutporig. Splint schmal, hell; Kern auf frischem Schnitt rötlich, auf altem Schnitt tiefbraun mit abwechselnden helleren und dunkleren Zonen. Gefäße auf dem Hirnflächenschnitt als zahlreiche helle Pünktchen, teils vereinzelt, teils in Reihen quer oder schräg angeordnet. Holzlängsschnitt: Gefäße als dunkle Streifchen. Markstrahlen unkenntlich. Im Lupenbilde sind in den hellen Pünktchen die Gefäße als offene oder verstopfte Poren zu erkennen, ferner helle, zarte, verschieden weit voneinander abstehende Querlinien. Die Markstrahlen zeigen sich als dunkle Strichelchen, Fleckchen oder Querstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 49): Gefäße einzeln oder zu 2—4 in Radialreihen; 0,06—0,18 mm weit, mit kleinen Hoftüpfeln. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Holzparenchym bettet die Gefäße ein, reichlich vorhanden und mit bis zu 32 μ weiten Zellen: dünnwandig, begleitet die Faserzonen oder bildet ein- bis mehrfache Querreihen: sehr häufig in Kristallkammern geteilt. Markstrahlen zerstreut, meist zwei Zellen breit; 0,16—0,26, auch bis 0,4 mm hoch; seltener einschichtig. Markstrahlzellen gleichförmig, ziemlich dünnwandig, meist 7—14 μ hoch. Fasern bilden die Grundmasse, dickwandig, mit

kleinen Tüpfeln besetzt; in einzelnen, meist einschichtigen Querzonen. Alle Wände der Zellen und Gefäße gebräunt.

Inhaltsstoffe: In allen Elementen, im Parenchym und besonders in den Gefäßen leuchtend tiefrotbrauner Inhalt. Dieser ist in Alkohol wenig löslich und schwärzt sich mit Eisenchlorid.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, im Wasser sinkend, schwerspaltig und nach Veilchenwurzeln duftend. In Blöcken im Handel.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,5.

Verwendung: Galanteriewaren, Einlegearbeiten und Tabakspfeifen.

Bemerkung: Das als »Brigelow« bezeichnete wertvolle Holz von *Acacia lasiophylla* aus Queensland und Neusüdwales duftet ebenfalls stark nach Veilchen.

86. Adenantheraholz.

Stammpflanze und Familie: *Adenanthera pavonina* L. — Leguminosae-Mimosoideae.

Nomenklatur: »Condoribaumholz«, »Korallenholz«, »Redwood« (Indien).

Heimat (21, 1): Bis 9 m hoher Baum des tropischen Asiens (Burma, Malaiische Halbinsel und Archipel) und China. Im tropischen Amerika und tropischen Afrika kultiviert.

Holzcharakteristik (5,50; 22,1): Kernholz hellrötlich grau bis rötlich- oder gelblichbraun. Hirnflächenschnitt: Markstrahlen unkenntlich; Gefäße teils als offene Poren, teils als helle Pünktchen sichtbar, ziemlich gleichmäßig verteilt, in Querzonen zahlreicher, diese wechseln mit dunkleren Querzonen mehr oder weniger auffällig ab. Tangentialer Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig; Markstrahlen nur im Lupenbilde als feine rötliche Strichelchen sichtbar. Radialer Längsschnitt lebhaft glänzend, durch zahlreiche Markstrahlen dunkler querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 50): Gefäße einzeln oder zu 2—3, seltener mehrere in Radialreihen, 3—4 je 1 qmm, 0,15—0,21 mm weit, in Holzparenchym eingebettet. Gefäßtüpfel dichtgestellt, fast kreisrund, 0,008 mm breit, mit querverlaufenden Poren, von denen häufig 2—4 in gemeinsamer Wandspalte liegen. Holzparenchym meist mehrschichtig. Holzparenchymzellen dünnwandig bis 0,04 und mehr Millimeter weit. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, sehr dicht mit winzigen Tüpfeln besetzt. Kristallkammerfasern durchsetzen in zahlreichen Längsreihen die Grundmasse. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zweischichtig, seltener einschichtig. 0,18—0,5, seltener mehr Millimeter hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, im Tangentialschnitt 0,016—0,04 mm hoch, 0,008—0,02 mm weit, die Kantenzellen ebenso hoch; im Radialschnitt »liegend« (länger als hoch), vereinzelt fast quadratisch.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, leicht aber unregelmäßig spaltend.

Bestandteile und Inhaltsstoffe: In hellgrauen Holzteilen: Hellgelber bis dunkelgelbbrauner Inhalt in den Markstrahlen und Holzparenchymzellen. Der Inhalt ist in Alkohol unlöslich und färbt sich mit Eisenchlorid schwarzbraun. In rötlichbraunen Kernholzteilen: Gefäß- und Zellwände gelblich, gelb bis dunkelbraune Inhaltsmassen in vielen Gefäßen. lebhaft rote Substanzen im Holzparenchym, Kristallkammerfasern, Markstrahlzellen und vielen Sklerenchymfasern. Diese gerbstoffartigen Substanzen füllen die Zellen vollständig oder fast vollständig aus und sind in Wasser und Alkohol löslich. Tiefgelbbrauner, in Alkohol unlöslicher Inhalt tritt in einzelnen Zellen auf. Eisenchlorid färbt die Wände der Zellen und sämtliche Gefäßinhalte dunkelbraun bis tiefschwarz. Der Wasserauszug des Kernholzes färbt sich gelbrötlich.

Verwendung: Wertvolles Nutzholz. besonders in England und Frankreich in der Kunsttischlerei und für Luxusmöbel verarbeitet. Angeblich auch als Surrogat für Sandelholz.

Bemerkungen: Die unter dem Namen »Condoriholz« im Handel vorkommenden Hölzer sind meistens nicht mit dem vom Condoribaum stammenden Nutzholz (*Adenanthera pavonina* L.) identisch. Sehr wahrscheinlich wird eine Anzahl Nutzhölzer, die in ihrer Farbe den glänzendroten Korallen (Condori), den Samen von *Adenanthera pavonina* L. gleichen, kurzweg »Condorihölzer« genannt, worauf die häufig sehr verschiedene

Struktur der als »Condoriholz« bezeichneten Holzproben zurückzuführen ist.

87. Erunduholz.

Stammpflanze und Familie: *Piptadenia africana* Hook. fil. — Leguminosae-Mimosoideae.

Nomenklatur: »Edundu«, »Jondo«, »Bolondo«, »atuij«. Nach Angaben im Beiheft zum Tropenpflanzer Nr. 1—2, März 1911: »Der Urwald Kameruns«, werden mit dem Namen »Erundu« oder »Edundu« augenscheinlich mehrere zu den feinfiederigen Leguminosen gehörigen Arten bezeichnet. So heißen die in der Dualasprache als »Bo kómbolo«, »Bolóndo« und »Bombába« benannten Leguminosen alle im Bakundu-Dialekt: »Edundu«.

Heimat: Häufiger großer Baum des tropischen Westafrika, von Kamerun bis Angola (Gebirgswälder): östlich bis Uganda (Viktoriasee).

Holzcharakteristik (5, 51: 9, 5: 10, 6: 18, 3: 20, 2): Splint hellbräunlich, schwachstreifig. Kern gelbbraun. Markstrahlen im Hirnflächenschnitt unkenntlich. Zahlreiche kurze Schrägstreifchen oder längere Wellenlinien sind aus deutlichen, hellen, zierlichen Pünktchen (Holzparenchym) gebildet. Diese Streifchen sind verschieden dick und dürfen nicht mit Jahresringen verwechselt werden. Gefäße meist kenntlich, leer, sie liegen in den Schrägstreifchen und Wellenlinien. Der radikale Längsschnitt ist glänzend, ungleichmäßig, aber sehr deutlich nadelrissig: feine rötliche Querstreifchen (Markstrahlen) sind sichtbar. Der tangentiale Längsschnitt erscheint durch die Holzparenchymzonen zierlich hellstreifig. Markstrahlen erst im Lupenbild deutlich, als zahlreiche feine Strichelchen erkennbar (Abb. 88).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 51): Gefäße meist einzeln, seltener 2—3 in Radialreihen, 3—5 je 1 qmm, in Holzparenchym eingebettet, 0,1 bis 0,16 mm weit, im Hirnflächenschnitt kreisrund oder querelliptisch, mit runden, 0,008 mm breiten, querporigen Hoftüpfeln. Holzparenchym breit, mehrschichtig, dünnwandig, nach den Gefäßen hin netzartig getüpfelt, von dickwandigen Faserschichten umgeben oder regellos durchsetzt. Sklerenchymfasern der Faserschicht teilweise gefächert, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe und ungleich weitem, oft sehr engem Lumen (die weitesten etwa bis 0,024 mm breit), in Radialreihen angeordnet, sehr spärlich und winzig getüpfelt. Kristallkammerfasern zahlreich,

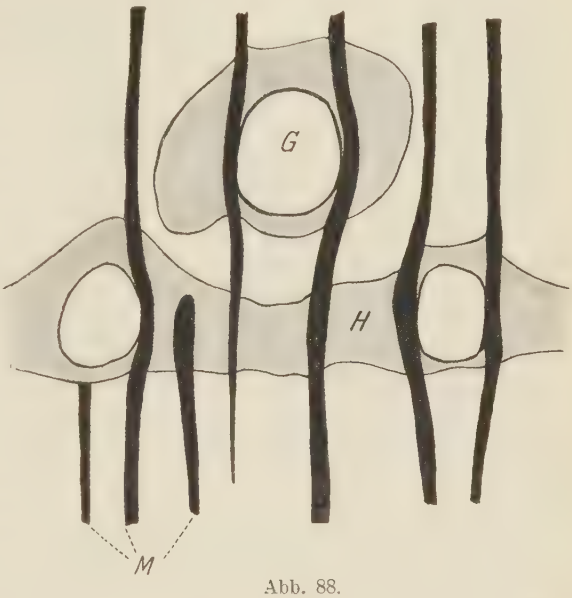


Abb. 88.
Piptadenia africana Hook. f. »Erunduholz«. *M* Markstrahlen. *G* Gefäße. *H* Holzparenchym. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1.
[Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

an den Grenzflächen der Holzparenchym- und der Faserschicht liegend, vereinzelt auch in Längsreihen zwischen den Fasern. Markstrahlen 0,05—0,3 mm hoch, im Tangentialschnitt zwei- bis dreischichtig, selten einschichtig. Markstrahlzellen klein, ziemlich dickwandig, rundlich bis elliptisch, 0,004—0,012 mm hoch, meist ebenso breit, seltener halb so schmal. Kantenzellen in der Regel ebenso groß wie die anderen, »liegend«, in der Richtung des Markstrahlenverlaufes gestreckt. Alle Markstrahlzellen reichlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Hart, schwer, sehr schwer spaltbar, schwer glatt zu hobeln, weil das Holz in aufeinanderfolgenden Querzonen entgegengesetzt schrägen Faserverlauf hat.

Bestandteile und Inhalts-

stoffe: Große, rundliche bis eckige Stärkekörner im Holzparenchym. Blaßrötlicher Inhalt in Markstrahlzellen und vielen Holzparenchymzellen. Der Inhalt ist in Alkohol unlöslich und wird von Eisenchlorid geschwärzt. Die Faserwände des Kernholzes gelblich, in manchen Gefäßen desselben lebhaft gelbbraune bis schmutzigbraune Ablagerungen. In Holzparenchymzellen Kristalle.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,85—0,89. Das Holz besitzt mittlere Biegefähigkeit.

Verwendung: Schönes Holz für Küchen- und Kastenmöbel, Täfelungen, Bodenbeläge, für Wagnerei, feine Drechslerarbeiten, Ausstattungen von Eisenbahnwaggons, Telephon- und Aufzugskabinen, Schiffseinrichtungen, zu Modellen, Werkzeugen und festen Kanus (der Eingeborenen) sehr gut geeignet.

Bemerkungen: 1906 wurden Blöcke dieses Holzes in Liverpool als »Greenheart« verkauft.

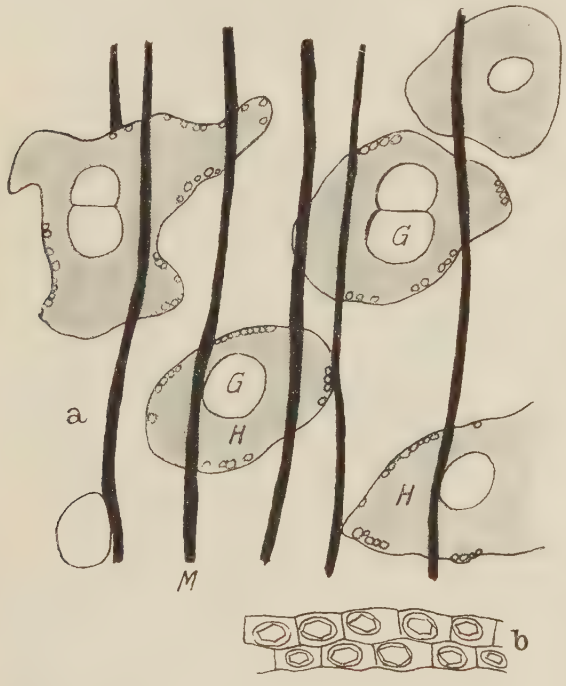


Abb. 89.
Pentaclethra macrophylla Benth. »Kómboloholz.« a) Holzquerschnitt. *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchym. *G* Gefäße. b) Holzparenchymzellen mit Einzelkristallen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. v. Brehmer.]

88. Kómboloholz.

Stammpflanze und Familie: *Pentaclethra macrophylla* Benth. — Leguminosae-Mimosoideae.

Nomenklatur: »Gabun-Gelbholz«, »Kongo-Akazie«.

Heimat: Riesiger Baum des tropischen Afrika.

Holzcharakteristik (5, 52): Dem »Erunduholz« ähnlich, jedoch von gröberer Zeichnung (s. Nr. 87). Splint bräunlich, Kern gelbbraun. Markstrahlen im Querschnitt unkenntlich: helle Pünktchen, welche die Gefäße umschliessen, in Schrägreihen geordnet, hie und da miteinander verschmelzend. Stellenweise gleichmäßig dichte, dunkle Querzonen, welche nicht mit Herbstholzschichten verwechselt werden dürfen. Im Längsschnitt dem »Erunduholz« ähnlich, doch sind die Markstrahlen weniger auffällig (Abb. 89).

Anatomische Holzcharakteristik 5, 52): Gefäße einzeln oder je 2—3 in Radialreihen, 0,12—0,21 mm weit, in dünnwandiges Holzparenchym eingebettet. Tüpfel rundlich, etwa 0,008 mm breit mit querelliptischer bis spaltenförmiger Pore. Holzparenchym dünnwandig, in vielschichtigen, den Gefäßdurchmesser mehrmals übertreffenden Zonen, besonders in tangentialer Richtung. Im radialen Längsschnitt 0,5 und mehr Millimeter breit. Sklerenchymfasern bilden in Radialreihen oder regelloser Anordnung die Grundmasse, dickwandig, mit sehr engem rundlichen Lumen; im Querschnitt rundlich, bis 0,016 mm breit, winzig getüpfelt. Kristallkammerfasern häufig an den Grenzen gegen die Faserschichten. Markstrahlen 0,08—0,52 mm hoch; im Tangentialschnitt einschichtig, vielfach auch zweischichtig. Markstrahlzellen ziemlich dickwandig, rundlich bis kreisförmig oder querelliptisch, 0,008 bis 0,016 mm hoch, seltener höher, 0,004 bis 0,020 mm weit. Kantenzellen wie die übrigen; im Radialschnitt »liegend«, länger als hoch. Auf den Querwänden reichlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Dicht, hart und schwer, sehr schlecht und uneben spaltend, sehr schwer glatt zu hobeln.

Prüfung: Spez. Gewicht: 0,82—0,89.

Inhaltsstoffe: Stärkekörner des Holzparenchyms abgerundet, kleiner als die Zellen breit sind. Rötlicher, gelblicher bis tief gelbbrauner Inhalt als Wandbelag oder in rundlichen Ballen in den Markstrahlzellen und vielen Holzparenchymzellen, welche häufig auch vollständig ausgefüllt sind. Der Zelleninhalt ist in Alkohol teilweise löslich. Manche Gefäße sind teilweise oder vollständig mit kleinen rundlichen, bräunlichen Tröpfchen als Wandbelag erfüllt. Wände der Fasern und Gefäße gelblich. Der Wasserauszug des Holzes ist bräunlich, auf Zusatz von Eisenchlorid schwärzt er sich. Die gleiche Reaktion zeigen die Inhalte der meisten Zellen.

Verwendung: Einfache Möbel, Fußböden, Kistendeckel und Eisenbahnwagenbau.

89. Bongóngiholz.

Stammpflanze und Familie: *Fillaeopsis discophora* Harms. — Leguminosae-Mimosoideae.

Nomenklatur: (9, 6; 10, 7): »Eon«, »Ngonokúng«, »Totum« oder »Etotum« (Bakoko), »Bongóngi« (Bakundu), »Angongi« oder »Elon« (Yaunde), »Etotóm« (Bascha), »Sasa« (Edea).

Heimat: Tropisches Westafrika (Kamerun, Gabun, Kongo, Angola).

Holzcharakteristik (5, 53; 10, 7): Lebhaft hellbraunes, dem »Pitchpine« oder »Teak« ähnliches Holz, auch dem Holze von *Piptadenia africana* Hook. fil. und von *Pentaclethra macrophylla* Benth. ähnlich. Zeichnung des Hirnflächenschnittes ziemlich grob. Das Holz ist im Längsschnitt grob nadelrissig und hell längsstreifig. Gefäße sind deutlich als weite Poren sichtbar, von größeren Fleckchen (Holzparenchym) umgeben. Kürzere und längere Streifchen der Holzparenchymfleckchen in Schräg- und Querrichtung, deren feinste fast ununterbrochen in ungleichen Abständen als helle Querlinien verlaufen. Außerdem schmale, gleichmäßig dichte, gefäßlose Querzonen. Markstrahlen im Querschnitt unkenntlich, diese im radialen und tangentialen Längsschnitt jedoch als feine und sehr regelmäßige Querstreifchen zu erkennen; im Lupenbild auf der Tangentialfläche als feine, in regelmäßige Querreihen gestellte Strichelchen, auf der Radialfläche als helle, durch die schmalere dunkle Grundmasse getrennt, querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 53): Gefäße einzeln oder 2—3 weitere oder 5—10 engere in Radialreihen, oft nur ein bis zwei je 1 qmm; Gefäßtüpfel mit 0,008 mm breitem Hof und querelliptischer Pore. Holzparenchym dünnwandig, auf den Radialwänden reichlich getüpfelt, in ungleich großen, regellos verteilten, mehr oder weniger mächtigen Gruppen, Schichten und Querzonen; es umgibt die Gefäße vollständig und durchsetzt die Grundmasse. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, sehr dickwandig, im Hirnflächenschnitte meist rundlich, ungleich groß, bis 0,036 mm breit, oft verschwindendes Lumen, konzentrisch geschichtet, sehr spärlich und winzig getüpfelt. Kristallkammerfasern an den Grenzen der Faserschichten häufig. Markstrahlen im Tangentialschnitt in deutlichen, nicht ganz regelmäßigen Querreihen, selten einschichtig, meist zwei- bis dreischichtig, in den Parenchymzonen auch vierschichtig, meist 0,17—0,48 mm hoch. Markstrahlzellen ziemlich dickwandig; in den Faserschichten schmal, 0,02 mm hoch, 0,006—0,012 mm weit; im Holzparenchym bis 0,024 mm breit, mehr rundlich, die Kantenzellen gewöhnlich höher und im Holzparenchym breiter; im Radialschnitt langgestreckt, an den Kanten verkürzt und mitunter höher als breit (stehend); meist reichlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Sehr dicht, hart, spröde, schwer, lang- und grobfaserig, schlecht spaltend (wegen der durcheinanderlaufenden, oft gekreuzten Fasern), gut bearbeitungsfähig, ausgezeichnet polierfähig und gut zu leimen. Das Holz ist zu den Eisenhölzern zu rechnen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,8—0,86.

Inhaltsstoffe: Ziemlich spärlicher, gelb- bis rötlichbrauner Inhalt in den Zel-

len der Markstrahlen und des Holzparenchyms, der durch Eisenchlorid nur teilweise geschwärzt wird. Stärkekörner im Holzparenchym meist kreisrund, bis 0,020 mm breit. Kalziumoxalatkristalle.

Verwendung: Zu Haus- und Wasserbauten, Innendekoration, Parkett- und Stabfußböden, Fensterrahmen, Täfelungen, Möbelfabrikation, Holzpflaster und Deckplanken beim Schiffsbau.

Bemerkungen: Als Stammpflanze des »Bongóngiholzes« gelten fälschlich noch: *Hylodendron gabunense* Taubert, Leguminosae - Caesalpinioideae — Gabun (10, 7), *Staudtia camerunensis* Warb., Myristicaceae (9,6), *Milletia spec. africana*, Leguminosae-Papilionatae (20, 3).

90. Bosipiholz.

Stammpflanze und Familie: *Oxystigma Mannii* Harms. — Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Bosipiholz«, »Bussipi« (siehe Schlußbemerkung).

Heimat: Häufig im Urwalde Kameruns, gewöhnlich an Flußmündungen.

Holzcharakteristik (5, 54; 10, 8): Hellrötlich, lebhaft glänzend. Auf dem Hirnflächenschnitte sind die Gefäße ziemlich gleichmäßig verteilt, sie treten als Poren deutlich hervor. Markstrahlen sind unkenntlich. Das Holzparenchym verläuft in ungleichen Abständen als feine helle Querlinien. Jahresringe nur scheinbar, hervorgerufen durch etwas dunklere Färbung des Holzkörpers nach der Rinde zu. Holzlängsschnitt ziemlich grob nadelrissig. Länge und Verlauf der leeren, rötlich erscheinenden Gefäßfurchen ungleich. Markstrahlen im Längsschnitte als helle rötliche Querstreifchen, im Tangentialschnitt nur mit der Lupe als rötliche Strichelchen zu erkennen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 54): Gefäße 3—4 je 1 qmm, einzeln oder zu zweien, seltener zu mehreren in Radialreihen angeordnet, in Holzparenchym eingebettet, 0,15—0,24 mm weit, mit etwa 0,006 mm breiten Holztüpfeln mit querspaltenförmiger Pore besetzt. Sekretgänge in der Grundmasse ungefähr von gleicher Weite und gleichem Verlauf wie die Gefäße. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, sie sind ziemlich dickwandig und meist weitlumig (bis 0,036 mm weit), stehen im Hirnflächenschnitt meist in regelmäßigen Radialreihen, erinnern stellenweise an das Frühholz der Nadelbäume und sind so angeordnet, daß engere Zellen einzeln oder in Gruppen zwischen Reihen weiter Zellen eingeschoben sind. Holzparenchym oft nur in einfacher Schicht, mitunter zwei- und dreischichtig; seine Zellen sind dünnwandig, in radialer Richtung mehr oder weniger verengt, auf den Radialwänden mit zahlreichen, kleinen, zerstreut oder in Längsreihen angeordneten, schief spaltenförmigen Tüpfeln, mit solchen angrenzender Fasern gekreuzt. Markstrahlen im Tangentialschnitt seltener einschichtig, meist zweischichtig, 0,18—0,70 mm hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, rundlich, 0,012 bis 0,036 mm hoch und 0,008—0,020 mm breit; im Radialschnitt meist länger als hoch, nur an den Markstrahlen verkürzt, quadratisch oder aufrecht (bis dreimal höher als breit).

Beschaffenheit: Leicht, leicht schneid- und spaltbar.

Prüfung: Spez. Gewicht nach E. Appel: 0,449—0,475.

Verwendung: Sehr geeignetes Zigarrenkistenholz, aber auch in der Tischlerei verwendbar.

Bemerkungen: Unter »Bosipi« laufen fälschlich Hölzer verschiedener Stammpflanzen. So werden z. B. im Beihefte zum Tropenpflanzer Nr. 3, März 1911, die Charakteristiken zweier Holzproben Nr. 55 und Nr. 85 gegeben. Letzteres, als »Bosipi ba ejidi« (aus Dibamba) bezeichnet, ist nach H. Harms keine Leguminose, jedenfalls ein ganz anderes Holz wie das des Holzmusters Nr. 55, welches hier beschrieben ist. Die Bezeichnung »Bosipi« findet sich auch für andere Holzarten, so nach Harms für eine Baikieaart (von Hückstädt bei Duala gesammelt). Möglicherweise gehört das von Büsgen als »Bosipi ba ejidi« unterschiedene Bosipiholz zu einer Baikieaart. Ferner wurde mit »Bosipi« ein Holz vom *Mimusops lacera* Bak., einer Sapotacee bezeichnet, das nach Harms ebenfalls von Hückstädt bei Duala (Manoka) gesammelt wurde.

91. Amarantholz.

Stammpflanze und Familie: *Copaifera bracteata* Benth. — Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Violettholz«, »Purpurholz«, »Blaues Ebenholz« (»Luftholz«), »Marawayana«.

Heimat: Nördliches Südamerika, Guayana. Das Kernholz kommt in mehreren Sorten ungleicher Herkunft in meist starken und langen Blöcken von dem Ausfuhrhafen Paramaribo (Surinam, Niederländisch-Guayana) nach Europa (siehe Schlußbemerkung).

Holzcharakteristik (5,55; 23,1): Holz rötlichviolett, entsprechend der Färbung unreifer Hauspflaumen. Die frischen Schnitte sind im Tone mehr bräunlich und dunkeln später in schmutzigviolettbraun nach. Hirnflächenschnitt zerstreutporig, er zeigt zahlreiche rundliche oder rhombische, oft zu quer- oder schrägverlaufenden Streifchen zusammenfließende hellere Pünktchen (Abb. 90), Gefäße deutlich in den helleren Pünktchen liegend. Markstrahlen als feine Linien kenntlich; linienförmige feine Querzonen in ungleichen Abständen sichtbar. Im Holzlängsschnitt bilden die Gefäße sehr deutliche Längsfurchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,55): Gefäße zerstreut, einzeln oder zu 2—3 in nebeneinanderliegenden Radialreihen, 0,12—0,14 mm weit. Gefäßenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit kleinen meist dichtstehenden Hoftüpfeln bedeckt. Die quergestellten Porenspalten fließen bei sehr dicht stehenden Tüpfeln häufig zu längeren oder kürzeren Streifchen zusammen. Holzparenchym in mächtigen oft zehn-bis zwanzigschichtigen Gruppen, die Gefäße nach der Rindenseite des Holzes hin einseitig oder auch vollständig umgebend. Holzparenchymzellen dünnwandig, 25—28 μ weit. Markstrahlen zerstreut, meist 2—4 Zellen breit: 0,27—0,60, sehr selten bis zu 10 mm hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, 10—18 μ hoch, gleichförmig. Fasern dickwandig, bilden die Grundmasse.

Beschaffenheit: Schwer, ziemlich hart, gut- und geradspaltig, gut bearbeitbar und polierfähig. Das Holz riecht bei der Verarbeitung unangenehm; es wird von Ammoniak schmutziggrün gefärbt.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,80. Proportionalitätsgrenze: 1000 kg je 1 qcm. Elastizitätsmodulus: 180 kg je 1 qcm. Bruchmodulus: 1300 kg je 1 qcm.

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalatkristalle im Holzparenchym. Rötlichvioletter bis karminroter, klumpiger, krümliger oder auch gleichmäßig dichter, homogener Inhalt in den Zellen der Markstrahlen, des Holzparenchyms, in den Gefäßen und den meisten Fasern. In den Gefäßen zuweilen auch weißer Inhalt. Alle Wände sind dem

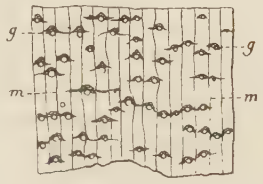


Abb. 90.
Lupenansicht eines durch Amarantholz geführten Querschnitts. *m m* Markstrahlen. *g g* Gefäße, nach der Rindenseite des Holzes hin von Holzparenchym umgeben. [Nach Wiesner.]

Inhalt entsprechend gefärbt. Letzterer ist in Alkohol teilweise löslich.

Verwendung: Feines Kunstholz, welches zu teuren Möbeln und Vertäfelungen verarbeitet wird (17,3); auch zu Bauzwecken und zur Herstellung von Geschützwagen benutzt.

Bemerkungen: Das in den Ausfuhrhäfen Guayanas zur Verschickung nach Europa zusammengetragene »Amarantholz« besteht teils aus echten, in der Farbtönung variierenden, teils aus falschen, dem echten ähnlichen Hölzern. Daher kommt es, daß immer wieder Zweifel an der Abstammung des echten Amarantholzes auftauchen. So ist z. B. in einer Dissertation von Plaschaert über die Forstwirtschaft in Surinam als Stammpflanze von »Purperhart« *Martiusa parvifolia* Benth. angegeben, deren Vorkommen nach Engler und Prantl in den brasilianischen Provinzen Piauhy und Bahia liegt. Man unterscheidet nach genanntem Autor zwei Sorten: eine minder gute weiße und eine bessere rote Sorte. Letztere soll nach Pulle von *Peltogyne paniculata* Benth. abstammen, welche im Amazonasgebiete vorkommt (Engler-Prantl).

92. Neu-Guinea-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Intsia bijuga* A. Gray (20, 6). — Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Kayoe-Bassie« [Celebes (5, 56; 17, 4)], »Pynkado«, »Vesi«, »Ipil« (siehe Bemerkungen).

Heimat: Bis 45 m hoher starker Baum von den Seychellen bis nach Polynesien verbreitet. Das Kernholz kommt aus Neuguinea nach Deutschland.

Holzcharakteristik (5, 56; 24, 1): Kernholz lebhaft gelbbraun bis rötlichbraun. Auf dem Hirnflächenschnit zahlreiche, helle, ziemlich gleichmäßig verteilte Pünktchen. Gefäße in den Pünktchen schwach erkennbar, häufig mit gelbem Inhalt angefüllt. Markstrahlen als feine Strichelchen, ebenso zarte, in ungleichen Abständen verlaufende Querlinien erst unter der Lupe sichtbar. Auf dem Längsschnitte erscheinen die Gefäße als ziemlich grobe, hellstreifige, glänzende Furchen; im Lupenbild meist gegliedert und mitunter mit rötlichem, gelblichem bis schwarzem Inhalt ausgefüllt. Markstrahlen auf der Tangentialfläche unter der Lupe als feine, dunkle, gleichmäßig zerstreute Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 56; 22, 5; 25, 1): Gefäße etwa 2—3 je 1 mm, einzeln oder zu zweien bis vieren in Radialreihen; 0,16 bis 0,30 mm weit, mit etwa 0,006 mm breiten Tüpfeln besetzt mit querelliptischer Pore. Gefäßwände gelbbraun. Holzparenchym in Gruppen, welche dem Durchmesser der Gefäße an Breite gleichkommen oder kleiner sind; die Gruppen zeigen im Hirnflächenschnitt häufig zierlich rhombische Form; dünnwandig; zahlreiche Kristallkammern, namentlich an den Grenzen gegen Faserschichten. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse in regelmäßigen Radialreihen, derb- bis dickwandig mit schief spaltenförmigen Tüpfeln (vornehmlich auf den Radialwänden). Wände gelbbraun. Markstrahlen meist zwei- bis dreischichtig, seltener einschichtig, 0,17—0,40 mm hoch. Markstrahlzellen: 6—20 μ, manche Endzellen auch 32—44 μ hoch, 6—12 μ breit, derbwandig, ziemlich gleichförmig, alle im Radialschnitt länger als hoch (liegend) oder die Kantenzellen fast quadratisch.

Beschaffenheit: Ziemlich hart und schwer, gut und ziemlich glatt spaltbar, gut politurfähig.

Inhaltsstoffe: Das Holz ist reich an Inhaltsstoffen, die in ihrer Form und Färbung mit dem Standort des Baumes wechseln. Die Farbtönungen liegen zwischen chromgelb, gelbbraun, rotbraun und rot. So findet sich in den Gefäßen neben glänzend gelb- bis rotbraunem Inhalt solcher von chromgelben stäbchenförmigen Kriställchen, die in Alkohol unlöslich, in Kalilauge mit rotgelber Farbe löslich sind. Die gleichen Kriställchen finden sich auch vereinzelt im Holzparenchym, in den Markstrahlen und den Fasern. Im Holzparenchym tritt ferner krümliger gelbbrauner in Wasser löslicher Inhalt auf, außerdem gelbbraune glänzende, kugelige Klümpchen, die in Alkohol unlöslich, in Kalilauge löslich sind und in Jodlösung tief rotbraun werden; dann roter Inhalt, der in Alkohol teilweise löslich, in Glyzerin reichlicher löslich ist. In den Fasern treten neben dem gleichen roten Inhalt, von gleichem Verhalten zu den Lösungsmitteln, vereinzelt gelblichbraune Körnchen oder Pfropfen auf. Auch die Markstrahlen können den gleichen roten Inhalt haben, außerdem aber auch in Wasser löslichen, wenig krümligen gelbbraunen Inhalt. Die Inhaltsstoffe sowie alle Zellwände schwärzen sich mit Eisenchloridlösung (hoher Gerbstoffgehalt). Wasser und Alkohol werden durch das Holz gelbrötlich bis bräunlich, Kalilauge wird gelb gefärbt.

Verwendung: Ersatz für Teakholz zum Brücken- und Schiffsbau; in der Heimat zu Holzpflaster und Telegraphenstangen verwandt. Sehr wertvolles Möbelholz, in Europa eingeführt. Kaiser-Wilhelm-Land exportierte beträchtliche Mengen nach Deutschland, wo das Holz gute Preise erzielte (26, 1).

Bemerkungen: Die Bezeichnung »Afzeliaholz« für dieses Holz sollte besser wegen der Verwechslungsgefahr mit dem wertvollen Holze von *Afzelia africana* Pers., dem »Bilinga« des Handels, unterbleiben. »Kayoe-Bassie« (Celebes) ist das Holz einer Standortvariante von *Intsia bijuga* A. Gr. Es ist auf der Hirnfläche dunkler, im Längsschnitt ungleichmäßiger, mehr rötlichbraun gefärbt; im allgemeinen

sind die Gewebe reichlicher mit Inhalt angefüllt.

93. Judasbaumholz (europäisches).

Stammpflanze und Familie: *Cercis siliquastrum* L. — Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Judas tree«, »Love tree«, »Arbre de Judée«, »Grainier«.

Heimat: Südliches Europa, von Südtirol und Istrien bis südwestliches Asien und Persien.

Holzcharakteristik (5, 57): Splint gelblich, schmal (4—5 Jahresringe); Kern goldbraun. Hirnflächenschnitt ringporig (erst unter der Lupe deutlich erkennbar) mit sehr feinen hellen Querstreifchen. Radialer Längsschnitt: Grenzen der Jahresringe schmale ununterbrochene Längsstreifen, zwischen diesen hie und da noch feinere. Tangentialer Längsschnitt: Unter der Lupe feine Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 57): Gefäße des Frühholzes seltener einzeln, meist zu zweien bis mehreren in Radialreihen; 0,08—0,10 mm weit. Gefäße des Herbstholzes gewöhnlich zu mehreren in kurzen Radialreihen oder rundlichen Gruppen, die sich in Querzonen ordnen; 0,02—0,06 mm weit. Alle Gefäße mit einfach durchbrochenen Gliedern und Schraubenleistchen. Gefäßglieder fast ebenso lang (meist 0,2—0,24 mm), wie die Reihen des Holzparenchyms und miteinander in ziemlich regelmäßigen Querzonen (Stockwerken) angeordnet. Holzparenchym meist mit vier Teilzellen neben den Gefäßen, auch als Grundmasse des Frühlingsholzes und in der Spätholzgrenze, häufig in Kristallkammern geteilt. Markstrahlen seltener einschichtig, meist 2—4 Zellen breit und 5—30 Zellen (0,1—0,6 mm) hoch. Markstrahlzellen gleichförmig, ziemlich dünnwandig, 8 bis 16 μ hoch. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse im mittleren und äußeren Teile der Jahresringe, häufig mit Gallertschicht (die von Saupe, in Flora, 1887, S. 330, angegebenen Tracheiden scheint das Holz nicht zu enthalten).

Beschaffenheit: Sehr hart, mittelschwer, gut politurfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,63—0,66.

Inhaltsstoffe: Goldgelber Inhalt in allen Zellwänden (mit Ausnahme der farblosen Gallertschicht vieler Sklerenchymfasern). Brauner Inhalt in vielen Parenchymzellen und vereinzelten Gefäßen. Dieser ist in Alkohol teilweise löslich.

Verwendung: Vorzügliches Tischler- und Drechslerholz. In der Kunsttischlerei, auch zum Gelb- oder Braunfärben verwendet.

94. Blauholz.

Stammpflanze und Familie: *Haematoxylon campechianum* L. — Leguminosae-Caesalpinioidae.

Nomenklatur: »Campecheholz«, »Blutholz«, »Logwood«, auch als »Mahagoni« im Handel (27, 1).

Heimat: Baum in Mexiko, Zentralamerika, nördliches Südamerika, Westindien, besonders auf Jamaika. Im tropischen Asien, besonders Niederländisch-Indien kultiviert.

Sorten: 1. Spanisches Blauholz von der Westküste Yukatans (Campechebai); beste Sorte. Ausfuhr hat stark abgenommen (12, 2).

2. Englisches Blauholz aus Honduras; zweitbeste Sorte. Ausfuhr sehr stark.

3. Antillen-Blauholz aus:

St. Domingo	bessere Sorte (12, 3);
Jamaica, Martinique, Guadelupe	minderwertige, weniger geschätzte Sorten.

Holzcharakteristik: Das Kernholz kommt in vollen, etwa meterlangen, außen blauschwarzen, einseitig zugestutzten oder beiderseits quer abgesägten Blöcken (in spanischem oder englischem Schnitt) in den Handel. Der frische Schnitt ist lebhaft braunrot bis blutrot; an der Luft verfärbt sich der Schnitt in braunviolett bis schwärzlich; wegen dieser Eigenschaft auch als »Luftholz« bezeichnet (17, 5). Das braunviolette bis schwärzliche Kernholz (5, 68) ist zerstreutporig. Hirnflächenschnitt: Markstrahlen unkenntlich; zahlreiche helle

Pünktchen und Strichelchen, welche die als feine Poren kenntlichen Gefäße einschließen und sich häufig zu konzentrischen längeren oder kürzeren Querstreifen vereinigen (Abb. 91). Das abwechselnd mehr oder weniger dichte Zusammentreten dieser bewirkt die Erscheinung hellerer und dunklerer, an Jahresringe erinnernder Querzonen. Der tangentiale Längsschnitt ist sehr deutlich nadelrissig, abwechselnd heller und dunkler gestreift. Im Lupenbild erscheinen die Markstrahlen als dunkle bis 2 mm lange, regel-

Abb. 91.
Querschnittsansichten des Blauholzes.
Lupenbilder. [Nach v. Höhnel.]

los zerstreute Strichelchen, die Gefäße als meist glänzende Halbröhren. Der radiale Längsschnitt erscheint sehr deutlich nadelrissig, mit lebhaft glänzenden Fleckchen oder Querstreifchen (»Spiegeln«).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 58; 28, 1): Gefäße meist einzeln, seltener zu 2—3 in Radialreihen in Holzparenchym eingebettet; 0,09 bis 0,17 mm weit; Gefäßgliedenden einfach durchbrochen; Gefäßtüpfel elliptisch, einzelstehende, querspaltförmige Hoftüpfel. Holzparenchym in Gruppen oder mehrschichtigen Querzonen, dünnwandig, mit zahlreichen Kristallkammern. Markstrahlen selten einschichtig, meist mehrschichtig, ungleich hoch (meist 0,16 bis 1,60 mm), nur 3—4, seltener 2—5 Zellen breit. Markstrahlzellen klein, 8—13 μ hoch, 3—7 μ breit, ziemlich dickwandig. Holzfasern bilden die Grundmasse, meist dickwandig, spärlich mit kleinen Tüpfeln besetzt.

Beschaffenheit: Hart, sehr schwer, ziemlich leicht- und geradspaltig die lebhaft glänzende Spaltfläche grobfaserig, sehr schwer bearbeitbar.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,90 bis über 1,0.

Inhaltsstoffe: Oxalatkristalle in Kristallkammern des Holzparenchyms. In vielen Gefäßen, Holzparenchym und Markstrahlzellen tiefroter Inhalt. Im Wasserpräparat erscheinen alle Gewebewände goldgelb bis leuchtend gelbrot. Alkalien verändern den Inhalt in karminrot und violett. Reines, destilliertes Wasser und wasserfreier Alkohol färben sich goldgelb, kalkhaltiges Wasser zunächst violett dann karminrot. Geschmack anfangs süßlich, später herb. Geruch angenehm, der des frisch zerschnittenen Holzes veilchenartig. Über die Farbstoffe des Blauholzes siehe Farbstoffe Nr. 107.

Verwendung: Ausgezeichnetes und wichtiges Farbholz, besonders für Wollfärberei (496, 497); auch zur Möbel- und Kunsttischlerei und zu Parketten verwandt.

Geschichtliches (5, 58): Das Blauholz gelangte durch die Spanier bald nach Entdeckung Amerikas aus mexikanischen Häfen nach Europa. Nach England kam es zur Zeit der Regierung der Königin Elisabeth; da man mit Blauholz zunächst nicht dauerhaft zu färben verstand, blieb dort sein Gebrauch von 1581 bis 1662 gesetzlich verboten. Erst die bessere Kenntnis seiner Eigenschaften und die Entdeckung geeigneter Beizen verhalfen dem Farbstoff zu seiner heutigen Bedeutung und ausgedehnter Verwendung.

Deutschland führte im Jahre 1925 = 28 310 dz; im Jahre 1926 = 48 274 dz Blauholz ein und im Jahre 1925 = 101 dz; 1926 = 0 dz Blauholz durch.

Bemerkung: Ein von Stone (Taf. V Abb. 38) bekanntgegebenes Querschnittbild ist weder für »Blauholz«, für »Camwood«, noch für »Sappanholz« typisch.

95. Pernambukholz.

Stammpflanze und Familie: *Caesalpinia echinata* Lam. Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Rotholz«, »Pernambukholz«, »Echtes Brasilholz«, »Ibiri pitanga«, »Ymira piranga«, »Pao Brasil«, »Pao Pernambuco«, »Pao rosado«, »Arabutan« der Brasilianer.

Heimat: Mittel- und Südamerika, besonders Brasilien.

Sorten (29, 1): 1. Páo Brazil claro: Spez. Lufttrockengewicht: 0,891—0,981. Bruchfestigkeit: 714 kg je 1 qcm.

2. Páo Brazil escuro: Spez. Lufttrockengewicht: 1,029 — 1,340. Bruchfestigkeit: 648 kg je 1 qcm. Hellrotes Holz mit dunklen Streifen; Splint vorhan-

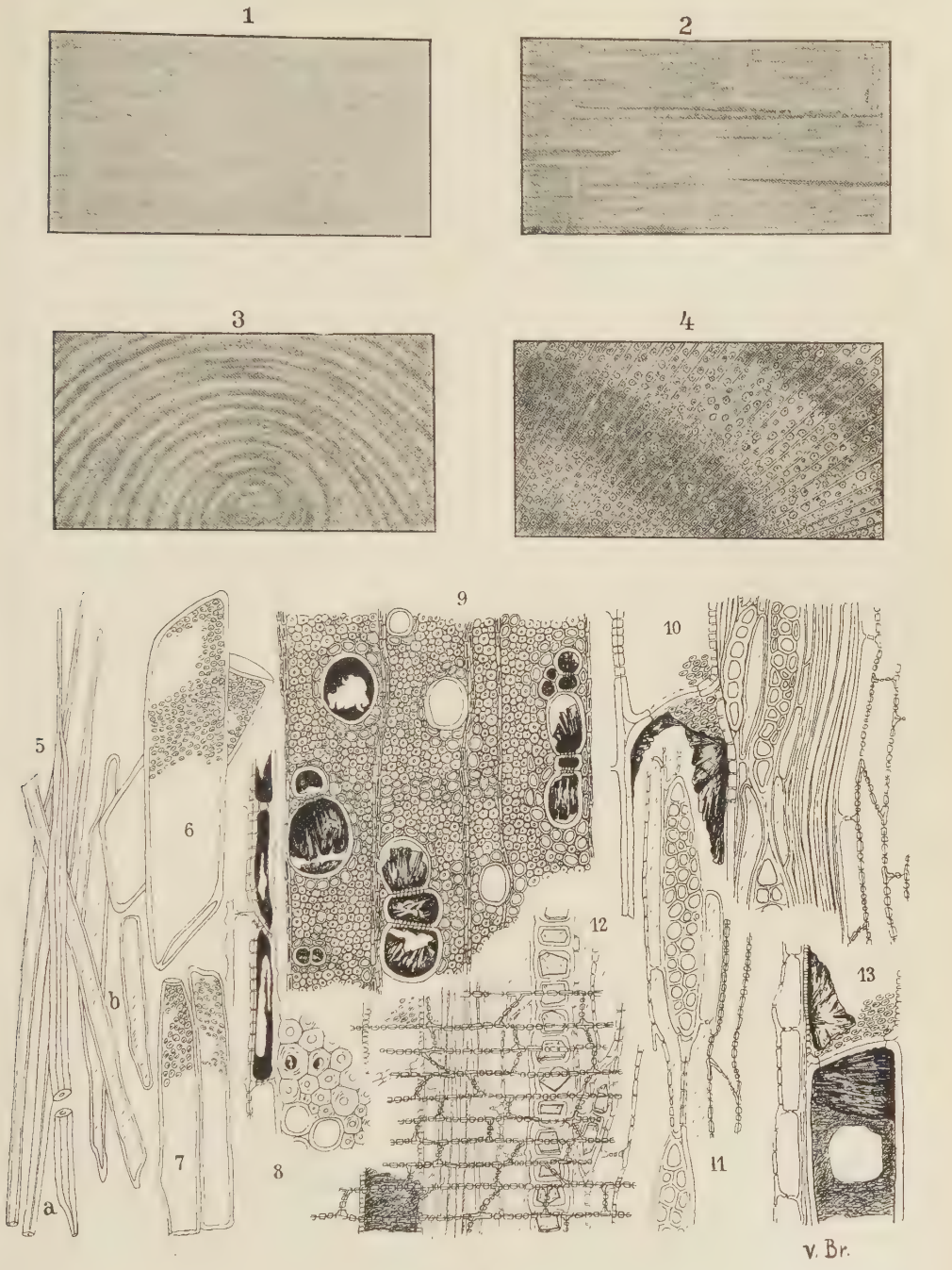


Abb. 92.

Echtes Pernambukholz. 1. Tangentialer Längsschnitt (1/1). 2. Radialer Längsschnitt (10/1), Außenbild. 3. Hirnflächenschnitt (1/1). 4. Hirnflächenschnitt (20/1), Außenbild. 5. Isolierte Holzelemente (264/1). a) Libriformfasern; b) Fasertracheiden. 6. u. 7. Gefäßglieder mit einfachen Durchbrechungen (264/1). 8. Markstrahlen mit Inhalt und angrenzenden Holzfasern (511/1). 9. Hirnflächenschnitt (150/1). 10. u. 11. Tangentialer Längsschnitt (264/1), ein- u. vielzellreihige Markstrahlen. 12. u. 13. Radialer Längsschnitt (264/1). 12. Markstrahl mit unterliegenden Kristallfaserzellen und anderen Holzelementen. 13. Gefäße mit Inhalt aus angrenzendem Holzparenchym. [W. v. Brehmer.]

den, im Handel in Blöcken von 6—8 m Länge und 0,60—0,80 m Durchmesser.

Holzcharakteristik: Das in armdicken, außen rotbraunen bis schwärzlichen, innen gelbroten Knüppeln in den Handel kommende Pernambukholz gilt als die wertvollste Sorte der »Westindischen Rothölzer«. Die frisch tiefgelbrote Schnittfläche geht an der Luft in dunkelrot bis violett über (Luftholz). Das Holz (5, 59) ist zerstreutporig. Im Querschnitt treten hellere und dunklere an Jahresringe erinnernde Querzonen auf. Erst im Lupenbild zeigen sich feine Markstrahlen und zahlreiche, helle, die Gefäße einschließende Pünktchen oder behöfte Poren, und zuweilen kurze schräge, im Zickzack zusammenstoßende Streifchen. Holzlängsschnitt ist fein nadelrissig, glänzend. Im Lupenbild erscheinen die Gefäße als deutlich glänzende Rinnen und auf der Tangentialfläche sehr feine, kurze (kaum 0,5 mm hohe) Markstrahlen als Strichelchen. Letztere sind in schwach deutlichen, welligen Querzonen geordnet.

Anatomische Holzcharakteristik (Abb. 92): Gefäße zerstreut, einzeln oder zu zweien, dreien und fünfen, seltener zu vielen, dann meistens viele kleinere und kleinste in Radialreihen angeordnet, rundlich bis gestreckt oval, bis 90 μ diam. Fast alle mit homogenem oder schollenartigem violettschwarzem Inhalt vollgestopft, in meist einschichtiges Holzparenchym eingebettet. Gefäßwände ziemlich dick und ockergelb. Gefäßgliedenden mit einfachen Durchbrechungen. Markstrahlen meist zwei, seltener ein bis drei Zellen breit, wenn zweischichtig, bis 15,6 μ breit. Markstrahlzellen ungefähr 8 μ breit, 30 μ bis selten 78 μ lang, derbwandig mit getüpfelten Wänden, sehr häufig mit schwärzlichem Inhalt gefüllt. Querwände gerade oder schräg gestellt. Libriformfasern bilden die Grundmasse des Holzes, sie sind meist dickwandig mit sehr engem bis verschwindendem Lumen, seltener dünnwandiger mit weitem Lumen, bis 15,6 μ breit, häufiger mit schwärzlichem Inhalt angefüllt. Fasertracheiden nicht sehr zahlreich, meis den Markstrahlen, sehr selten den Gefäßen anliegend, hie und da auch in kleinerer Gruppen. Im Durchmesser etwas breiter, als die Libriformfasern. Holzparenchym umkleidet ringförmig die Gefäße, meist einschichtig, seltener an einzelnen Stellen zwei bis dreischichtig, mitunter kurz querreihig angeordnet. Die Holzparenchymzellen sind rundlich, bis 19,5 μ breit und ziemlich dünnwandig.

Tangentialer Längsschnitt (Abb. 92, 10, 11): Gefäßglieder bis 90 μ breit, 253—312 μ lang, sehr dicht mit querspaltporigen Hoftüpfeln besetzt. Markstrahlen gewöhnlich von schwachbogigem Verlauf (Abb. 92, 10), entweder einreihig und 5—6 Zellen hoch, oder mehrreihig, 2—3 Zellen nebeneinander und bis 20 Zellen hoch. Gesamthöhe 117—291 μ. Kantenzellen etwas höher als die Mittelzellen, bis 20 μ hoch. Libriformfasern bis 1 mm lang mit lang ausgezogenen, schwach getüpfelten Enden. Fasertracheiden meist langgestreckt, seltener kürzer, 95—240 μ, mit einseitig schwach ausgezogenen, abgestumpften Enden. Ziemlich dünnwandig und verhältnismäßig dicht mit schief spaltenförmigen Poren besetzt. Holzparenchymzellen 78—175 μ lang und bis 32,0 μ breit, gestreckt, mit geraden oder hie und da schräg, auch sehr schräg gestellten Querwänden. Wände stark getüpfelt. Radialer Längsschnitt: (Abb. 92, 12, 13). Markstrahlen 5 bis 15, sehr selten bis 20 Zellen übereinander, 80—300 μ hoch; Mittelzellen durchschnittlich 15,6—19,5 μ hoch und 39—60 μ lang; obere und untere Kantenzellen durchschnittlich 31,2 μ breit und fast ebenso hoch oder etwas höher. Querwände gerade oder schräggestellt, derbwandig, dicht getüpfelt; Längswände von gleicher Dicke und Tüpfelung. Kristallschläuche sehr zahlreich, verschieden lang, vielzellig bis zweizellig, hie und da auch Kristalle in Einzelzellen; die längsten bis 468 μ lang, an den Enden faserartig verjüngt, Mittelzellen bis 39,0 μ breit und ungefähr ebenso hoch; kleinste Endzellen bis 11,7 μ breit, in jeder Zelle ein großer Kalziumoxalatkristall. Markflecke ab und zu.

Beschaffenheit: Feinfasrig, hart, schwer und dicht. Im Wasser sinkend. Uneben und splittrig, aber ziemlich leicht spaltend. Schwer schneidbar und bearbeitungsfähig, gut polierfähig (17, 6). Geruchlos.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,81—0,94.

Inhaltsstoffe: Oxalatkristalle in Kristallkammern. In Holzparenchymzellen und Markstrahlen rötlichgelber, in vielen Gefäßen reingelber, rötlichgelber bis tiefroter, homogener Inhalt. Die Gefäße sind von dem Inhalt streckenweise völlig ausgefüllt. Der Gefäßinhalt bleibt in Alkalien unverändert, der der Parenchymzellen und Markstrahlen ist in Alkalien löslich. Die goldgelben Wände der Zellen und Gefäße, besonders die der Fasern, färben sich durch Alkalien prächtig karminrot (28, 2). Das Holz färbt reines, destilliertes Wasser goldgelb, kalkhaltiges rot. Der rote Farbstoff wird durch Bleizucker, Alaun oder Eisenvitriol gefällt. Über den Farbstoff »Brasilin« siehe Farbstoffe Nr. 106.

Verwendung: Pernambukholz färbt lebhaft aber nicht haltbar und wird daher meist nur in Verbindung mit anderen Farbstoffen verwandt (12, 4). Auch in der Kunsttischlerei, Drechslerei und im Schiffsbau benutzt.

Geschichtliches: Das »Brasilholz« des 14. und 15. Jahrhunderts wurde von Ostindien, Ceylon usw. über Ägypten in Europa eingeführt und stammte von *Caesalpinia sappan* L. Schon zu Zeiten Marco Polos war ein »Brasil«-Holz aus Java bekannt geworden. Später, um 1350, wurden Hölzer aus Java und umliegenden Inseln unter dem Namen »Red Sanders«, »Indian nut«, »Cloves« und »Brasil« bekannt. Ein »Brasilholz« von Kaulam (Malabar) wurde etwa 1340 im Handelshandbuch von Pegoletti mit »Vergino colombino« (nach Yule, 1871, Travels of Marco Polo II S. 315) bezeichnet. Später werden die Brasilhölzer differenziert in »Vergino salvatico«, »Vergino dimestico«, »Vergino colombino«. Auch das »Red Sanders wood« (*Pterocarpus santalinus*) wurde als Sorte des »Brazil«-Holzes angesprochen. Garcia da Orta (1490 bis 1570) erst stellte fest (Colloquies on the Simples and Drugs of India. Markham, Transl. London, 1913), daß zwischen »Sandal« und »Brazil« Unterschiede zu machen seien. Als 1500 Cabral die Ostküste Südamerikas entdeckte, waren er und seine Begleiter über die Menge der im Lande vorhandenen und von Ostindien her bekannten Rothölzer (»Brazil«) erstaunt und gaben dem Neulande deswegen den Namen — Brasilien.

96. Minderwertige westindische Rothölzer oder Brasilhölzer.

Unter dem Namen »Brasil wood«, »Brasiletto« usw. werden die Hölzer folgender Stammpflanzen gehandelt (408) (Abb. 93):

1. *Caesalpinia sappan* L. (s. Nr. 97).
2. *Caesalpinia brasiliensis* L. »Brasiletto of the Antilles«. Kleiner Baum oder

Abb. 93.
Querschnittsansicht eines westindischen Rotholzes. Lupenbild; vgl. Text.
[Nach v. Höhnel.]

Baumstrauch mit gelblich-grünlichen Blüten.

3. *Caesalpinia bahamensis* Lam. »Brasiletto of the Bahamas«. Kleiner Baum oder Strauch mit weißen Blüten. Das Holz war vor ungefähr 200 Jahren ein sehr wertvoller Handelsartikel der Bahama-Inseln und wurde als »little Brasil wood« gehandelt.

4. *Caesalpinia bicolor* C. H. Wright. »Brasil wood«. Ein kleiner Baum Perus und Kolumbiens, der von der Basis aus verzweigt, mit Dornen besetzt ist und dessen Blüten rötlichpurpurn sind. Er liefert ein feines Holz, welches die Farbe gut hält.

5. *Peltophorum brasiliense* (Sw.) Urb. »Brasiletto of Jamaica«. Ein größerer Baum mit nicht bestachelten Seitenzweigen und kleinen gelben Blüten. Er ist auf Jamaika und Kuba in trockenen, steinigen Gegenden weit verbreitet. Sein Holz ist von roter Farbe, wertvoll, hart und dauerhaft und wird zu Eisenbahnschwellen, Radspeichen und in der Kunsttischlerei verwandt.

6. *Erythroxylum americanum* (409). »Corallinum lignum«. Holz der Insel Aruba.

7. *Haematoxylon brasiletto* Karst. »Brasil of Colombia«, »Brasiletto of Colombia«, »Palo Brasil of Salvador«, »Nicaragua wood«, »Lima wood«, »Peach wood«, »Wood of St. Martha«, »Bloodwood of Ni-

caragua«, »Redwood of Nicaragua«, »Bois de Lima«, »Bois de Californie«. Strauch oder kleiner Baum mit axillaren Stacheln, aus Mexiko, Kolumbien, Salvador, Nicaragua, Lima, St. Martha, Kalifornien, Venezuela und Guatemala.

8. *Haematoxylon campechianum* L. (siehe Nr. 94).

9. *Condalia obovata* Hook. »Brazil«, »Brasiletto«, »Logwood«, »Bluewood«, »Purple law«. Baum mit farblosem Hol aus Neumexiko und Westtexas.

10. *Comocladia dentata* Jacq. »Bastard brazil«. Baum mit dunkelrotem Holz aus Kuba und St. Domingo.

11. *Comocladia ilicifolia* Sw. »St. Domingo braziletto«. Baum aus St. Domingo.

12. *Trichilia spondioides* Sw. »Bastard brazil«. Baum aus Jamaika und Hispaniola.

13. *Caesalpinia vesicaria* L. (*Caesalpinia bijuga* Sw.). »Palo campeche«, »Palo negro« (Kuba), »Bastard Nicarago«, »Bastard Nicaragua wood« und »Indian Savin tree« (Jamaika), »Brésillette à vossies« (Kuba, Campeachy, Yucatan, Jamaika). Baum mit braunem Holz.

14. *Erythroxylon ovatum* Cav. »Brésillette St. Barthèlemy«. Baum aus Antigua, Dominica, Martinique und St. Lucia.

15. *Caesalpinia Rugeliana* Urb. »Brésillette colorado«. Kuba.

16. *Caesalpinia bonducella* (L.) Roxb. (*Caesalpinia crista* L.). Typischer weitverbreiteter tropischer Küstenbewohner des tropischen West-, Ost- und Südostafrikas, Vorderindiens, des Monsunge bietes, Malesiens, des Nordwestmalaiischen und Papuanischen Gebietes, Polynesiens, Westindiens und des tropischen Zentralamerika.

17. *Coulteria chilensis* (*Caesalpinia tinctoria* Benth.). Baum des tropischen Südwestamerika (Bolivien, Kolumbien, Peru Ecuador und Chile).

Von den vorgenannten Arten, welche als weniger geschätzte Farbhölzer unter den verschiedensten Namen wie »Jamaika«-, »Bahia«-, »Lima«-, »Nicaragua«-, »Costarica«-, »St. Martha«-, »Koulteria- usw. Rotholz« in den Handel kommen, ist *Caesalpinia bonducella* (L.) Roxb. früher als die Stammpflanze des »Echten Pernambukholzes« angesehen worden und galt lange Zeit als die wertvollste Art. Die genaue Abstammung dieser Handelsmarken, sowie eine unterscheidende Holzcharakteristik kann zurzeit noch nicht gegeben werden. Das »Jamaika-Rotholz« kommt im Handel meist in 10 cm starken und stärkeren Rundholzstücken vor, das »Bahia-Rotholz« in vollen, im Umfang kantigen, bis 15 cm starken Stücken, die »Nicaragua«-Marke in lückigen, bis 12 cm starken Stücken und die »St. Martha«-Marke in dünnen, nur 6—7 cm starken, im Umfang längliche Lücken zeigenden Stücken.

Allgemeine Holzcharakteristik: Alle Sorten zeigen auf dem Hirnflächenschnitt mehr oder minder verschiedene Zeichnungen, welche sich bald mehr denen des »Pernambukholzes«, bald mehr denen des »Blauholzes« nähern. Anzahl und Weite der Gefäße (0,12—0,16 mm) wechseln. Die Markstrahlen sind meist zwei Zellen breit und bis 30 mm und darüber hoch; entweder stockwerkartig angeordnet und dann auf dem tangentialen Längsschnitt in feinen, welligen Querstreifen erscheinend oder ohne solche Anordnung.

Obige »Rot- oder Brasilhölzer« zeigen sehr verschiedene Intensität der Holzfärbung. Die Färbung ist meist weniger lebhaft als die des »Blau- oder Pernambukholzes«, sie ist an der Außenseite mehr bräunlich, innen jedoch häufig schwach rot. Das von *Coulteria chilensis* (*Caesalpinia tinctoria* Benth.) abgeleitete »Koulteria-Rotholz« steht in seinem Bau dem »Pernambukholz« am nächsten (30, 1; 31, 1; 32, 1).

Verwendung: Harte, schwere Hölzer, welche sich gut polieren lassen und außer als Farbhölzer zur Herstellung von Violinbogen und in der Kunsttischlerei Verwendung finden.

97. Sappanholz.

Stammpflanze und Familie: *Caesalpinia sappan* L. — Leguminosae-Caesalpinioideae.

Nomenklatur: »Ostindisches Rotholz«, »Cabanholz«, »Japanholz«, »falsches Sandelholz«, »Bakam«, »Bakapu«, »Sibucao«.

Heimat: Kleiner bis mittelgroßer, dorniger Baum in Vorderindien bis zum Malaiischen Archipel. In Ostindien, auf

Ceylon (12, 5) und Java (23, 2), in Ostafrika (Daressalam) und Kamerun (Viktoria) kultiviert.

Sorten: »Siam Sappanholz« ist die wertvollste Sorte. Das Kernholz ist dunkelbraunrot, die frische Schnittfläche lebhaft gelbrot. »Birma Sappanholz« hat außen Splint und ist innen nur blaßrot (30, 2).

Holzcharakteristik: Das Kernholz kommt in armdicken Stücken in den Handel. Das reichlich vorhandene Mark ist 12 mm stark, weich, glimmerartig glänzend und blaß rötlichgelb. Holz (5, 60) dunkelbraunrot, auf frischen Schnittflächen lebhaft gelbrot. Hirnflächenschnitt: zahlreiche, ungleichmäßig verteilte Pünktchen, in deren Mitte Gefäße, welche mit freiem Auge schon erkennbar sind. In helleren Querzonen sind die Pünktchen zahlreicher als in dunklen. Die breiteren, dunklen Querzonen wechseln mit den schmaleren, hellen unregelmäßig ab. (Dieser »Ringbau« ist hier der deutlichste und auffälligste von allen Rothölzern.) Im Lupenbild sind die helleren Zonen zum Mark hin durch zarte, helle Querlinien begrenzt (Abb. 94). Markstrahlen erst unter der Lupe als feine Strichelchen sichtbar. Längsschnitt: Gefäße als deutliche mitunter weiße Längsfurchen sichtbar. (Der weißliche Ton kommt von kristallinischen Kalziumkarbonatausfüllungen.) Diese liegen in abwechselnd hell- und dunkelstreifiger Grundmasse. Markstrahlen erst im Lupenbild deutlich, auf der Radialfläche als Querstreifen, auf der Tangentialfläche als feine, nicht in Querzonen geordnete Strichelchen sichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 61): Sie gleicht im wesentlichen der von *Caesalpinia echinata,* doch sind die Gefäße zahlreicher, erheblich weiter (0,14—0,23 mm), oft nur von einfacher Parenchymschicht umgeben. Holzparenchym in einzelnen, stellenweise undeutlichen, zwei- bis dreischichtigen Querzonen (Grenzen von Jahresringen?). Markstrahlen zerstreut, meist zwei bis drei Zellen breit, von sehr ungleicher Höhe (0,22—1,44 mm). Markstrahlzellen 8—21 μ hoch, 5—8 μ breit, dickwandig. Fasern bilden die Grundmasse, dickwandig, mit sehr kleinen Tüpfeln besetzt. Kristallkammerfasern zahlreich. Wände aller Elemente satt goldgelb.

Beschaffenheit: Hart, schwer.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,974.

Inhaltsstoffe: Kristallinisches Kalziumkarbonat in den Gefäßen, Kalziumoxalat in den Kristallkammern. Die Inhaltsstoffe, sowie deren Verhalten gegenüber Alkalien, entsprechen denen des

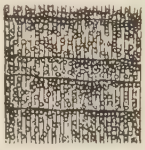


Abb. 94.
Querschnittsbild des Sappanholzes. Lupenansicht. (Nach v. Höhnel.)

Pernambukholzes. Das Holz gibt schon bei gewöhnlicher Temperatur sowohl an destilliertes wie an kalkhaltiges Wasser einen schönen, lebhaft roten Farbstoff ab. [Unterschied vom Blauholz und den besseren westindischen Rothölzern (28, 3).]

Verwendung: Neben »Pernambukholz« das wertvollste Farbholz. Das Holz dient als roter Farbstoff zum Färben für Baumwolle und mit Kupfersulfat für Violettfärbungen. Auch in der Kunsttischlerei gebraucht (19, 2).

98. Afrikanisches Rotholz.

Stammpflanze und Familie: *Baphia nitida* Afzel. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Echtes Camwood«, »Cabanholz«, »Cambalholz«, »Afrikanisches Rotholz«, »Angolaholz«, »Camholz«; fälschlich als »Afrikanisches Sandelholz« und »Barholz« im Handel.

Heimat: Sierra Leone, Liberia bis Nigerien, Elfenbeinküste, Goldküste, Togo.

Holzcharakteristik: Das »Afrikanische Rotholz« kommt in armdicken, 30 cm und weniger starken Kernholzstücken von Meterlänge mitunter noch mit etwas Splint in den Handel (33, 1). Das Kernholz, in frischem Zustand weiß (5, 61; 34, 1; 35, 1), färbt sich an der Luft außen schwarzrot, innen heller rot, dunkelkarmoisinrot (34, 1) bis braunviolett (Luftholz). Auch das Splintholz bekommt

nach Verwundung eine tiefrote Färbung (36, 1). Holzquerschnitt (Abb. 95) durch zahlreiche helle, mit freiem Auge kaum wahrnehmbare Wellenlinien dicht und ununterbrochen gestreift. Im Lupenbild wechseln dunkle und helle Querlinien ab, die dunklen sind hie und da breiter und straffer. Gefäße ziemlich spärlich, als enge Poren zu erkennen. Im Lupenbild teilweise mit glänzendem Inhalt gefüllt. Markstrahlen erst im Lupenbild als sehr zarte Linien kenntlich. Holzlängsschnitt in radialer Richtung: Glänzend, fein nadel-

Abb. 95.
Querschnittsansicht des Camholzes. Lupenbild. (Nach v. Höhnel.)

rissig, durch die Markstrahlen querstreifig, unter der Lupe auch deutlich längsstreifig; in tangentialer Richtung: Wenn dieser eine der hellen Querzonen trifft, sehr feine, zarte, erst unter der Lupe erkennbare Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 62): Gefäße ziemlich spärlich, etwa 8 auf 1 qmm, einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen, in oder an Holzparenchymzonen; 0,06—0,11 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und ansehnlichen querporenspaltigen Hoftüpfeln besetzt. Holzparenchym dünnwandig, in ununterbrochenen Querzonen, meist 3—6 Zellen breit, seltener 1—3 zellschichtig. Fasern sehr dickwandig, in breiteren Schichten liegend, mit undeutlicher Tüpfelung. Markstrahlen meist zwei-, seltener nur ein- oder dreischichtig; entweder 0,15—0,18 mm hoch, dann den Zellpaaren des Holzparenchyms und den Gefäßgliedern an Länge gleich und mit ihnen sehr regelmäßige Stockwerke bildend. oder 0.32 bis 0,47 mm hoch, dann zwei benachbarte Stockwerke durchsetzend. Markstrahlzellen nicht sehr dickwandig, meist 8—11 μ, seltener 5—24 μ hoch. Alle Zell- und Gefäßwände sind satt orange bis purpurrot.

Beschaffenheit: Schwer, hart, sehr dicht, auf der Spaltfläche faserig, frisch und getrocknet gut hobelbar.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,09.

Inhaltsstoffe: In Holzparenchym- und Markstrahlzellen roter Inhalt in rundlichen Ballen. In den Gefäßen derselbe Inhalt in brüchigen Stücken. Der Inhalt ist in kaltem Wasser unlöslich, in kochendem Wasser mit gelblichrötlicher Farbe (das so gefärbte Wasser trübt sich beim Erkalten (34, 1), in Alkohol größtenteils, in Alkalien vollständig mit prächtig violetter Farbe löslich (28, 4).

Verwendung: Das »Camholz« wird hauptsächlich in der Färberei benutzt, ferner in der Kunsttischlerei.

Geschichtliches: Das »Camholz« wurde zuerst anfangs des 19. Jahrhunderts aus Sierra Leone exportiert. Der Export hat im Laufe der Jahre nachgelassen.

Anmerkung: 1. Das sogenannte »Nigeria camwood«, fälschlich auch »Barwood« oder »Osun« genannt, stammt von *Pterocarpus tinctorius* Welw., einem Baum, welcher bisher noch nicht in der Nachbarschaft von Sierra Leone gefunden wurde. Das »Sierra Leone camwood«, welches seit langen Zeiten den Eingeborenen als Farbmittel für den Körper dient, wird von diesen geringer bewertet als das »Barwood« (*Pterocarpus tinctorius* Welw.) des südlichen Nigeriens.

2. Über abnorme Rotholzbildung siehe Jaccard (493).

99. Das rote Caliaturholz.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarpus santalinus* L. fil. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Rotes Sandelholz«, »Ruby wood«. (Die Benennung »Sandelholz« sollte möglichst vermieden werden, um nicht Anlaß zu Mißverständnissen mit den Santalaceenhölzern hervorzurufen.)

Heimat: Kleiner Baum Ostindiens, Ceylons und der Philippinen. In Indien angebaut.

Holzcharakteristik (5, 62): Das Kernholz kommt (hauptsächlich aus Madras) in 1—1,50 m langen, etwa schenkeldicken, außen braunroten bis schwarzroten Klötzen in den Handel, die meist dem unteren Teil der Stämme und den

dickeren Wurzeln entnommen sind. Im kleinen wird das Holz auch geschnitten, geraspelt oder gepulvert verkauft. Die frische Schnittfläche ist tief- und lebhaft rot. Der Hirnflächenschnitt des zerkleinerten Holzes zeigt oft lebhaft grünen Metallglanz (37, 1). An der Luft dunkelt das Holz langsam ins Braunrote bis Schwarzrote nach (Luftholz). Auf der Hirnfläche (Abb. 96) erscheinen die Gefäße regellos zerstreut, auffällig weit; diese an den Flanken oder gewöhnlich an den dem Mark zugekehrten Rändern durch zahlreiche, hellrote, schmale, schwachwellige Querzonen untereinander verbunden (38, 1). Markstrahlen erst unter der Lupe kenntlich. Im Holzlängsschnitt erscheinen die Gefäße als derbe, innen glänzende, oft deutlich zergliederte, leicht geschlängelte Furchen; die Markstrahlen als feine Querstreifen, die auf der Tangentialfläche erst unter der Lupe sichtbar werden und dann infolge stockwerkartiger Anordnung fein querstreifig sind. Die glatte Tangentialfläche zeigt durch die abwechselnd hellere und dunklere Streifung der glänzenden Grundmasse zierlichen Flader.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 62; 22, 3; 34, 2): Gefäße spärlich, 2—3 je 1 mm; einzeln oder zu zwei bis drei meist in Radialreihen; 0,18 bis über 0,30 mm weit; in Holzparenchym eingebettet; Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Holzparenchym dünnwandig, in drei- bis zehnschichtigen Querzonen (Abb. 16 *A* u. *B*), in radialer Richtung durch breitere Schichten Sklerenchymfasern getrennt. Auf Hirnflächenschnitten wechseln Radialreihen größerer, weiterer Sklerenchymfasern, mit solchen kleinerer, engerer Zellen ziemlich regelmäßig ab. Holzparenchymzellen auf den Radialwänden mit zahlreichen, bis über 5 μ breiten und bis 4 μ und mehr hohen Tüpfeln besetzt. Markstrahlen meist einschichtig, 9—12 Zellen (0,16—0,19 mm) hoch, manche auch zwei- bis dreischichtig (besonders in den Parenchymzonen). Markstrahlzellen 14 bis 22 μ hoch und nur wenig bis um ein Drittel schmäler, dünnwandig, mit den durchschnittlich 0,28 mm hohen, meist zweiteiligen, seltener vierteiligen Reihen des Holzparenchyms und den 0,21—0,25 mm hohen Gefäßgliedern in Stockwerke geordnet, daher im tangentialen Längsschnitt des Holzkörpers sehr regelmäßige Querzonen bildend. Sklerenchymfasern meist ziemlich dickwandig (39, 1), mit breiterem Mittelteil und beiderseits langausgezogenen Enden als Anpassung an den stockwerkartigen Aufbau des Holzkörpers (Abb. 17). Fasertüpfel klein, zwischen den Querzonen der Markstrahlzellen am zahlreichsten. Kristallkammerfasern häufiger. Alle Zellwände, namentlich die der Fasern, leuchtend rot gefärbt.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, uneben, grobfaserig und schwer

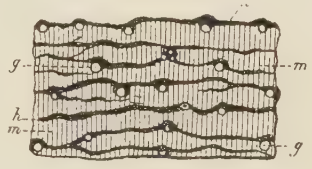


Abb. 96.
Lupenansicht eines durch rotes Sandelholz (*Pterocarpus santalinus*) geführten Querschnittes. *m m* Markstrahlen, *g g* Gefäße, *h h* Holzparenchym. (Nach Wiesner.)

spaltend; auf der Spaltfläche seidenartig glänzend, gut polierfähig. Das Holz ist so gut wie geruch- und geschmacklos. Die Angaben von Beauverie (40, 1 und 2), daß das Holz einen sehr ausgeprägten Rosengeruch verbreiten und sich dadurch vom »Cam wood« (*Baphia nitida*) unterscheiden soll, beruhen auf einem Irrtum. Flückiger (37, 1) bezeichnet das Holz ebenfalls als geruch- und geschmacklos. Er schreibt: »Wie es zuging, daß man den Namen »Sandal« (Santal) von einem wohlriechenden kaum oder doch nur blaß gelblichen Holz auf das geruchlose, dunkelrote Holz übertrug, bleibt ein Rätsel.« Eigene Untersuchungen an Herbarmaterial und zu ihm gehörigen Kernholzproben bestätigen die Feststellungen Flückigers. Nach Gamble (41, 1) ist das Holz »außerordentlich hart«, der Splint weiß, das Kernholz dunkelweinrot bis fast schwarz, aber stets mit einem tiefroten Ton, in frisch geschnittenem Zustand orangerot.

Prüfung: Spez. Trockengewicht: 0,75—0,80. Dieses schwankt je nach der Anfüllung der Elemente mit Inhaltsstoffen

und kann soweit steigen, daß das Holz im Wasser untersinkt (34, 3).

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalat. In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms, in den Fasern und stellenweise in den Gefäßen mehr oder minder reichliches, rotes »Gummiharz« in Form von Stücken, Klumpen, Krümeln, Körnchen und dichten Ausfüllungen. Dieser Inhalt ist in kaltem Wasser unlöslich, färbt heißes Wasser gelbrötlich, Alkohol satt rötlichgelb, alkalische Lösungen tief rot bis violett. Nach Zusatz und längerer Einwirkung von Eisenchlorid erscheinen die Inhaltskörper unverändert, die Zell- und Gefäßwände aber im auffallenden Licht fast schwarz, im durchfallenden (unter dem Mikroskop) tief rotviolett. An manchen Stücken zeigt sich stellenweise auf der Hirnfläche eine bläulichweiße Ausscheidung mikroskopisch kleiner nadel- oder stäbchenförmiger, farbloser, in Alkohol löslicher Kriställchen. Über das Verhalten gegen weitere Lösungsmittel und sonstige Bestandteile siehe Flückiger (37, 1) und Brick (34, 3).

Verwendung: Früher als Heilmittel hochgeschätzt, auch als Zahnpulver und in der Küche zum Färben feiner Speisen benutzt. Gegenwärtig nur als Farbholz verwandt, jedoch selten für sich allein, in der Wollfärberei und im Zeugdruck. Vgl. Farbstoffe Nr. 137. Wegen seiner Polierfähigkeit, durch die sich namentlich die schweren, dunkelfarbigen Stücke auszeichnen, auch in der Möbel- und Kunsttischlerei geschätzt. Das Holz wird ferner zu Holzschnitzereien, Einlegearbeiten, Drechslerarbeiten und gelegentlich für Bauzwecke benutzt.

100. Muengeholz.

Vorbemerkung: Unter dem Namen »Barwood«, »Muenge« und »Padouk« kommen die Kernhölzer verschiedener westafrikanischer Rotholzbäume in den Handel, die zum Teil diese Handelsnamen zu Unrecht führen. Ebenso verhält es sich mit den Namen »Rotholz«, »Blutholz«, »Santel-(Sandel-)Holz« und »Rosenholz«. Der Name »Santelholz« (Sandel) sollte zur Vermeidung von Verwechslungen mit echten indischen Sandelhölzern für die afrikanischen Hölzer nicht gebraucht werden Nach Untersuchungen von W von Brehmer an Herbarmaterial, zu diesem gehörigen Holzmaterial und den Angaben verschiedener Sammler hat sich folgendes feststellen lassen:

Pterocarpus santalinoides L'Hér. ist identisch mit *Pt. esculentus* Schum. et Thonn. aus tropisch Westafrika (Kamerun, Nigerien, Togo, Sierra Leone). Die Angaben von Perrot und Gérard, daß auch *Pt. erinaceus* Poir. identisch sei mit *Pt. santalinoides* L'Hér., ist irrig. *Pt. esculentus* Schum. et Thonn. ist ein kleiner Baum der Galeriewälder und Wasserläufe, ein typischer Urwaldbaum mit ockerfarbenen Blüten. Er führt in Togo (Tschaudjo) nach Angaben von Kérsting den Eingeborenennamen »Kerewowo« (vgl. Nr. 101). Sein Kernholz hat fast die gleiche gelblichweiße Farbe wie das Splintholz. Auf frischen Schnitten quillt sowohl aus der äußeren Splintholzschicht, wie aus dem Kernholz ein Saft hervor, der schnell an der Luft eine dunkelrote Färbung annimmt. Dieses Holz dürfte den Namen »Muenge« und »Barwood« zu Unrecht führen. Soyaux bezeichnet im Herbaroriginal ein von ihm gesammeltes und später als *Pt. Soyauxii* Taub. bestimmtes Holz mit »Redwood« oder »Barwood« als Handelsnamen. Die hie und da auch im Handel gebräuchliche Bezeichnung »Redwood« für dieses afrikanische Holz ist nicht richtig, denn unter »Redwood« ist das »amerikanische Rotholz« von *Sequoia semper-virens* Endl. zu verstehen.

Pterocarpus erinaceus Poir. et Taub. ist ein bis 20 m hoher, in der freien Savanne zerstreut lebender Baum mit gelben Blüten. Dieser liefert das echte »afrikanische Rosenholz«, aber kein »Barwood« oder »Muenge«, obwohl das Holz anatomisch dem letzteren sehr ähnlich ist.

Pterocarpus Soyauxii Taub. ist ein bis 30 m hoher, langschäftiger Baum mit grauer etwas rissiger Rinde und gelber Blütenfarbe, der entgegen den Angaben von Soyaux nicht »Redwood«, sondern das echte «Muenge», »Barwood«, »Rotholz«, »afrikanisches rotes Sandelholz« — nicht zu verwechseln mit dem afrikanischen »Rotholz«; dem »Camwood« von *Baphia nitida* Afzelius — liefert. Die Angaben von Vogel (32, 1) »Muenge« von *Pterocarpus angolensis* D. C., sowie die Angaben von Jentsch

(10, 9) und Büsgen (9, 8) »Muenge« von *Pterocarpus esculentus* Schum. et Thonn. (*Pt. santalinoides* L'Hér.) abzuleiten, auch die von Perrot und Gérard »Muenge« mit *Pterocarpus erinaceus* Poir. zu vereinigen, laufen irrig.

Die Angaben von Harms (20, 7) und Gilg (11, 2), daß die große Masse des in Kamerun mit »Muenge« bezeichneten »afrikanischen Rotholzes« nicht von *Pt. esculentus* Schum. et Thonn., sondern von *Pt. Soyauxii* Taub. stamme, konnte von Brehmer durch eigene Untersuchungen bestätigen.

Die Schwierigkeit der Unterscheidung der Farbhölzer lediglich nach der allgemeinen Holzcharakteristik liegt darin, daß die Kernhölzer gleicher Arten in ihren Farbtönen und Ausscheidungen je nach der Jahreszeit des Baumfällens und infolge verschiedener Standortsbedingungen wie Bodenbeschaffenheit, Feuchtigkeit sehr wechseln und dadurch leicht zu Täuschungen Anlaß geben. So sammelte zum Beispiel Kersting Holzproben von *Pt. erinaceus* Poir. von grundverchiedenen äußeren Ansehen, obwohl die Blüten- wie Blattuntersuchungen die gleiche Art erwiesen. Das von ihm in Tschaudje-Ewe (Togo) gesammelte Stück hatte schwach rötlich-graubraunen Kernholzton während das von Sokodé-Basari (Togo) stammende Kernholz von der gleichen Art außen schwarzrot, innen dunkel karmoisinrot war. Die Menge der in den Gewebezellen gespeicherten Stoffe bestimmt nicht nur das äußere Ansehen des Holzes, sondern auch das spez. Gewicht.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarpus Soyauxii* Taub. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Barwood«, »Afrikanisches rotes Sandelholz«, »Blutholz«, »Rotholz«, »Afrikanisches Padauk«, »Ndimbo« (Misanga), »bois corail« (bei Kolonisten).

Heimat: Südkameruner Waldgebiet, Kamerun, Nigerien, Gabun.

Sorten: Die Dualaneger unterscheiden drei Sorten »Muenge« (10, 9): 1. »Siko amuenge«: festes Holz, schwerer als Wasser; 2. »Muenge«: festes Holz, leichter als Wasser; 3. »Essenge sengamuenge«: leichtes schlechtes Holz. Nur die ersten beiden Sorten kommen als Nutzholz in den Handel. »Siko amuenge« soll im primären Urwald, also langsam gewachsen sein und nachdunkeln, »Muenge« im sekundären Walde, mithin rascher gewachsen sein, nur ein leichteres Holz liefern, welches später grau wird. Sehr wahrscheinlich stammen diese von den Dualanegern unterschiedenen Sorten nicht von Bäumen gleicher Art, sondern von *Pterocarpus Soyauxii* Taub. und *Pterocarpus erinaceus* Poir.

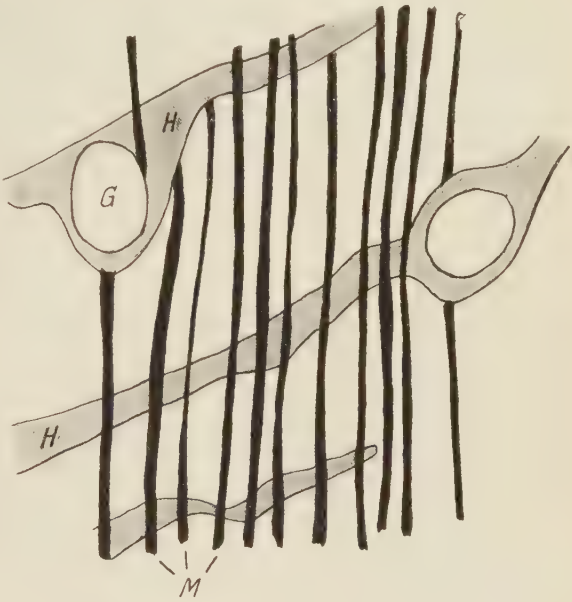


Abb. 97.
Pterocarpus Soyauxii Taub. »Muénge.« *H* Holzparenchymbände. *G* Gefäße in Holzparenchym eingebettet. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. [Nach Hopkinson (410) gez. v. W. v. Brehmer.]

Holzcharakteristik (5, 64; 8, 1; 20, 7): Nachfolgende Beschreibung des Holzes nach dem von Zenker in Bipindihof (Kamerun) 1902 gesammelten Musterstücken Nr. 2508, Bot. Mus. Berlin, Holzliste XIX, 3828 (Abb. 97 u. 98). Splintholz schmutzig weißlichgelb bis schmutzig bräunlichweiß, vereinzelt mit rötlichen Längslinien durchzogen; sehr breit und weich. Kernholz im feuchten Zustande dunkelblutrot, im trockenen Zustande leuchtend ziegelrot bis bordeaux-

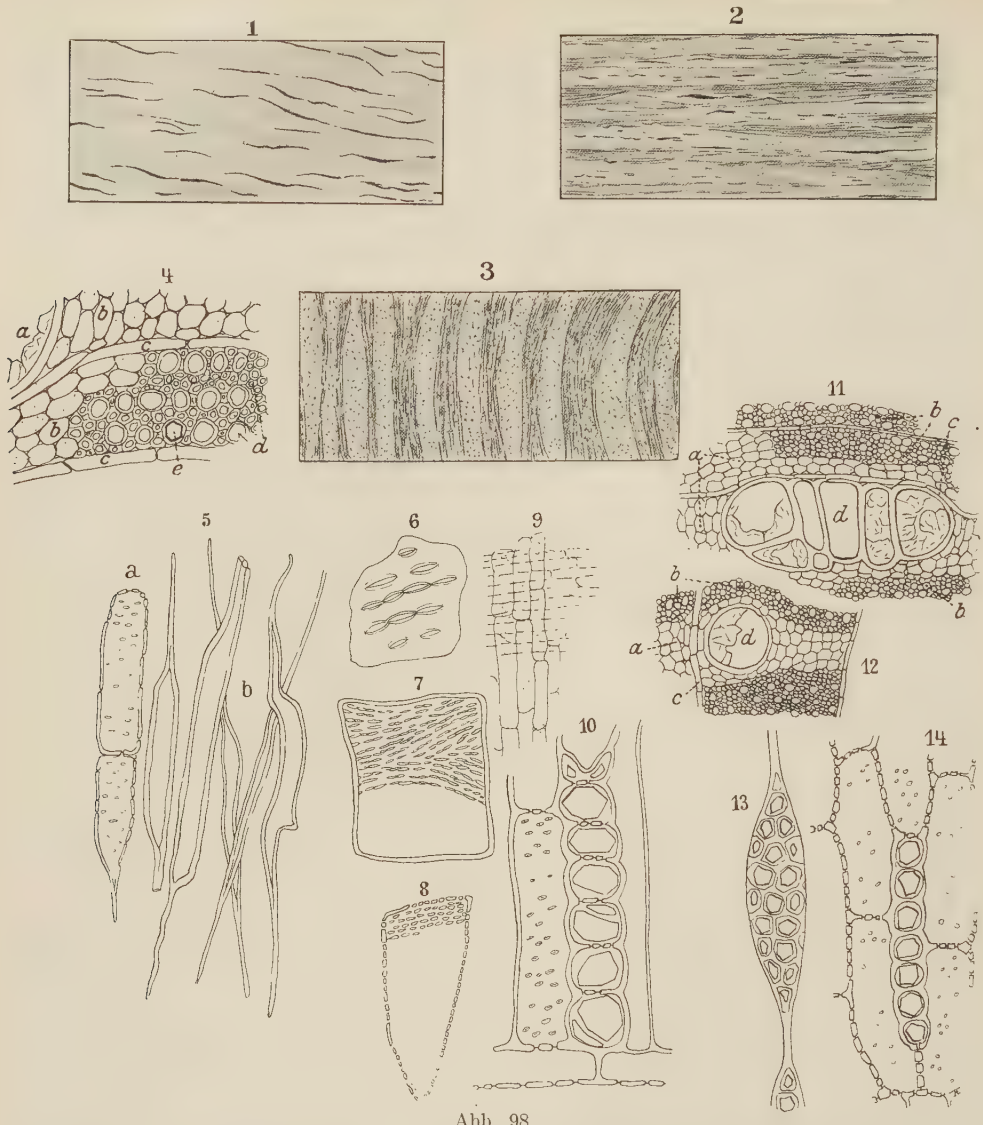


Abb. 98.

Pterocarpus Soyauxii Taub. »Muenge.« Zenker, Kamerun Nr. 2508. 1. Tangentialer Längsschnitt (Lupenbild). 2. Radialer Längsschnitt (Lupenbild). 3. Hirnflächenschnitt (Lupenbild). 4. Holzparenchym und Libriformfasern (250/1); a) Wassergefäß mit Inhalt, b) Holzparenchym, c) Markstrahlen, d) Libriformfasern, e) Kristallfaser. 5. Isolierte Holzelemente (250/1); a) Holzparenchym, b) verschieden geformte Libriformfasern. 6. Gefäßwandstück (260/1) mit schrägverlaufenden Tüpfelreihen. 7. u. 8. Gefäßglieder (175/1) mit Tüpfelreihen. 9. (Radialer Längsschnitt) Markstrahlpartie mit Holzparenchym (175/1). 10. Holzparenchym mit Kristallschlauch (352/1). 11. u. 12. (Hirnflächenschnitte) Gefäßkomplex und Einzelgefäß mit Holzparenchym- und Libriformschicht; a) Holzparenchym, b) Libriform, c) Markstrahlen, d) Gefäße mit Inhalt (82/1). 13. Markstrahlen mit Kalziumoxalatkristallen (352/1). 14. (Tangentialer Längsschnitt) Holzparenchym mit Kristallschlauch (352/1). (W. v. Brehmer.)

rot. Auf der Hirnfläche jahrringartige Zeichnung durch Abwechseln breiter hellerer mit dunkleren Gewebezonen. Die Gefäße sind als zerstreutliegende, verschiedengroße, nicht sehr zahlreiche Poren deutlich erkennbar. Markstrahlen nur im Lupenbild als haarfeine, sehr zahlreiche, dicht zusammenstehende Striche kenntlich. Sie verlaufen in senkrechter Richtung zu helleren, mit bloßem Auge schon wahrnehmbaren Holzparenchymstreifen, welche die Gefäße gewöhnlich miteinander verbinden. Auf dem radialen Längsschnitt Gefäße als meist kürzere, deutlich hervor-

tretende, tiefe Rillen kenntlich. Im Lupenbild in den Gefäßen rotbräunlichschwarzer, glänzender Inhalt. Mehr oder weniger breite dunkle Gewebezonen wechseln mit solchen heller Tönung ziemlich regelmäßig ab. Markstrahlen auch mit der Lupe unsichtbar. Deutlich hellere feine Linien von Holzparenchym verlaufen parallel zueinander in Richtung der Gefäßrillen. Im Lupenbild liegen kleinste, hellglänzende Pünktchen von Oxalatkristallen auf der Schnittfläche hie und da zerstreut. Die horizontale Tangentialfläche zeigt durch unregelmäßigen Verlauf dunkler Gewebezonen schwach flammige Zeichnung. Die Gefäße verlaufen als tiefere, ziemlich weit auseinanderliegende längere Rillen unregelmäßig oder schwach wellig. Mit ihnen wechseln fast ebenso breite, seltener breitere, hellere Streifchen Holzparenchyms ab. Markstrahlen nur im Lupenbild als feinste Strichelchen erkennbar.

Anatomische Holzcharakteristik (Abb. 98): Hirnflächenschnitt: Gefäße meist einzeln oder zu zweien auch dreien, in Radialreihen, seltener bis zu acht zusammenliegend; zerstreut, nicht sehr zahlreich, ungefähr 110 je 1 qcm. Verschieden groß, die größten bis 325 μ diam., meist mit dunkelrotbraunem Inhalt ganz oder teilweise angefüllt; an den Tangentialseiten in ein- bis dreischichtiges Holzparenchymgewebe eingebettet. Holzparenchym verbindet die Gefäße miteinander, verläuft in tangentialer Richtung, als zahlreiche schmale 3—6 Zellen breite, seltener etwas breitere, mehr oder weniger schwach wellige Streifen (8—12 auf 2 mm), die stellenweise unterbrochen sind und anastomosieren. Häufig auch kurze oder längere, gerade oder schwach gewundene Streifchen ohne Gefäße. Holzparenchymzellen gewöhnlich isodiametrisch, an den Gefäßen stark gestreckt und gezerrt, ziemlich dünnwandig, 34—39 μ diam. Vereinzelt Einzelkristalle. Holzfasern bilden die große Masse des Grundgewebes. In ziemlich regelmäßigen Reihen wechseln solche weiteren Lumens mit solchen engeren Lumens ab. Der auffallende Wechsel von solchen engen und engsten Lumens liegt in den verschieden großen Querschnittsdurchmessern der Fasern in den verschiedenen Faserhöhen (siehe: Tangentialschnitt). Ziemlich dickwandig, bis 38 μ diam. und hier und da mit Einzelkristallen. Markstrahlen einreihig, selten zwei-, sehr selten dreireihig, sehr zahlreich und dicht nebeneinander verlaufend. Markstrahlzellen dünnwandig bis 12 μ breit, an den Ausbiegungsstellen an den Gefäßen häufig etwas breiter, mit geraden oder schrägstehenden Querwänden und 40 bis 100 μ, meist 78 μ lang. Längsschnitt: a) tangential: Gefäße an ihren Endgliedern mit einfachen Durchbrechungen; die Einzelglieder vielfach quadratisch bis kurz oder gestreckt rechteckig, 81 bis 250 μ lang, 162—325 μ diam. Gefäßwände mit verschieden großen Hoftüpfeln dicht besetzt; diese liegen einzeln oder zu mehreren in gestreckten Querreihen; letztere verlaufen vielfach in bogenförmiger Streichrichtung. Der schmale gestreckte Tüpfelspalt ist 7,8—15,6 μ lang. Gefäße mit Inhalt homogener Struktur vollgestopft. Holzparenchymzellen gestreckt rechteckig, hie und da mit schräggestellter spitzig verlaufender Querwand, 135—150 μ lang, 34—39 μ breit, ziemlich dicht mit kleinen Hoftüpfeln besetzt von 3,9—4,3 μ Länge; häufig zu gekammerten Kristallschläuchen umgewandelt. Holzfasern (Libriform) von knorriger Form, langgestreckt, schmal, mit sehr lang und spitz ausgezogenen, vielfach wellig oder unregelmäßig verlaufenden Enden; an den mittleren breitesten Stellen 27—38 μ breit. Kristallschläuche, hervorgegangen aus Holzparenchymzellen als gekammerte Kristallschläuche mit gewöhnlich 7—12 Kammern und einem großen Einzelkristall in jeder Kammer. Markstrahlen einreihig, gewöhnlich bis 10, selten bis 17 Zellen übereinander oder breit, spindelförmig (faserartig), aus vielen, ziemlich unregelmäßig angeordneten Zellen bestehend und dann gewöhnlich in jeder Zelle ein Kalziumoxalatkristall. b) radial: Markstrahlen in regelmäßig reihenartiger Anordnung und stockwerkartigem Aufbau. Gewöhnlich 6—10, sehr selten bis 17 Zellenreihen übereinander, 16—20 μ breit, mit meist geraden, seltener schräggestellten Querwänden. Wände getüpfelt. Kristallschläuche nicht sehr zahlreich, deren Zellen 30—40 μ breit

und ungefähr ebenso hoch. Alle Wände sind lebhaft dunkelrot gefärbt.

Beschaffenheit: Mittelhart, großlumig, gut zu schneiden und zu drehen, leicht zu sägen, spalten und hobeln, reißt beim Hobeln ziemlich leicht. Es stumpft die Messer leicht ab (wegen des hohen Kristallgehaltes). Verzapfungen sind leicht und sehr fest herzustellen, Nägel und Schrauben sind gut und haltbar zu befestigen. Das Holz spaltet sich schlecht, seine Spaltfläche ist splittrig und glänzend. Biegefähigkeit sehr gering. Es leimt und poliert sich gut, färbt aber die Politur etwas (schmiert).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,708—0,740 (nach Chevalier), 0,647 bis 0,685 (nach Appel). Grüngewicht: 800—1000 kg je 1 cbm; spez. Ofentrockengewicht: 0,500—0,750 (nach Bertin).

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalatkristalle als Einzelkristalle in Holzzellen und Holzfasern. Der die Gefäße vollständig anfüllende oder in Ballen in diesen liegende, dunkelrötlichbraune Inhalt ist in kaltem Wasser unlöslich, in warmem oder heißem Wasser ein wenig löslich. Letzteres färbt sich mit Eisenchlorid dunkelbraun. Beim Kochen des Holzes mit Eisenchlorid wird das Holz schwärzlich, die Lösung blutrot, welche nach längerer Zeit in rötlichbraun übergeht. Auf Zusatz von kalter Salpetersäure färbt sich das Holz schnell dunkelblutrot, von heißer Salpetersäure sehr schnell rotschwarz und geht in grauschwarz über, um allmählich graubraun, bräunlichrot zu verblassen. Auf Zusatz von chlorsaurem Kali zur heißen Salpetersäure färbt sich diese sofort schön chromgelb. Salzsäure färbt das Holz schnell schwarzrot bis rötlichbraunschwarz, die Lösung ist schwach gelblich. In Alkohol ist der Inhalt schwer löslich mit anfänglich schwach bräunlichroter, später leuchtend violettroter Farbe. Die Lösung opalesziert schwach. Äther löst den Inhalt wenig, die Lösung ist schwach gelblich aber ziemlich stark opaleszierend. Chloroform löst den Inhalt; die bräunlichgelbe Lösung opalesziert stark; beim Schütteln der Lösung mit Eisenchloridlösung färbt sich die Eisenchloridlösung gelbbraun, nicht opaleszierend, das Chloroform fleischrot, stark opaleszierend. Ammoniak färbt das Holz violettschwarz; die Lösung wird schmutziggelbbraun. Heiße Kalilauge verändert das Holz anfänglich schnell noch dunkelviolett bis schwärzlichviolett, später dunkelgraubraun. Die Lösung ist schön dunkelblutrot, nach Übersättigen dieser Lösung mit Salpetersäure scheidet sich langsam ein dunkelroter, flockiger, amorpher Niederschlag ab.

Verwendung: Bisher ein Farbholz, gegenwärtig das beste Material für Kanus. Die Eingeborenen verfertigen Palavertrommeln und Schaufeln aus einem Stück und benutzen das gepulverte Holz zum Bemalen des Körpers. Das Holz liefert vorzügliche, sehr wetterfeste Eisenbahnschwellen. Es wird für Bauzwecke und in der Möbeltischlerei gebraucht, in der Schreinerei zu Einlegearbeiten, hochwertigen Furnieren (Maserpartien), Schmuckkästen, Luxus- und Ausstattungszwecken, ferner in der Stock- und Büchsenmacherei.

Bemerkung: Das Holz von *Pter. Soyauxii* T. ähnelt im anatomischen Bau dem der ostindischen Sandelhölzer, unterscheidet sich von diesen jedoch durch die Gefäße, Markstrahlen und das Holzparenchym.

101. Kerewowoholz.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarpus esculentus* Schum. et Thom. Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Edible-fruited padouk«, »Batwi«.

Heimat: Nigerien, Togo-Elfenbeinküste, Sierra Leone. Im westlichen tropischen Afrika von Senegambien bis zum Kongogebiet. Der Baum findet sich auch in Cayenne und Paraguay (kultiviert).

Holzcharakteristik: Ziemlich schweres, hartes, aber nicht sehr dauerhaftes Holz. Splint und Kern von gleichmäßig gelblichweißer Färbung.

Verwendung: Lokal für Hüttenbau und als Brennholz. Wegen seiner geringen Dimensionen kommt es für den Handel nicht in Frage.

102. Padoukhölzer.

Als »Padouk« gehen im Handel verschiedene Pterocarpus-Arten, von denen hauptsächlich *Pt. dalbergioides* Roxb. (nahe verwandt mit *Pt. indicus* Willd.) von den Andamanen und *Pt. macrocarpus* Kurz, in Burma weitverbreitet, in Be-

tracht kommen. Die Hölzer selbst zeigen bald mehr rötliche bald mehr gelbliche oder bräunliche Farbtöne (21, 6).

a) Burma-Padouk.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarpus macrocarpus* Kurz. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Echtes Padouk«, »Padauk-ni« (Red Padauk), »Padauk-pyu« (White Padauk), »Padauk-wa« (Yellow padauk), »Padauk-sal« (Padauk of mixed colour), »Padauk-nyo« (Brown padauk).

Heimat: Burma (nördlich bis Bhamo, Ruby Mines; südlich bis Tennasserim Forest Division, östlich Shan Staaten, westlich Chin Hills im Pakokku-Distrikt) (319).

Holzcharakteristik (5,65): Holz rötlichbraun, im Querschnitt mit regellos zerstreuten, nicht sehr zahlreichen hellen, die Gefäße bezeichnenden Pünktchen und hellen schmalen, erst unter der Lupe vollkommen deutlichen, die Gefäße am vorderen oder hinteren Rande, oder seitwärts (an den Flanken) treffenden welligen Querlinien (etwa 8—11 auf 2 mm in radialer Richtung), deren nach Querzonen ungleiche Feinheit die Schnittfläche abwechselnd heller und dunkler erscheinen läßt (mitunter treten auch fast schwarze Querzonen auf). Im Längsschnitt zeigt sich das Holz gleichfalls abwechselnd heller und dunkler, außerdem bemerkt man hier unter der Lupe feine helle Längsstreifen und in den ziemlich derben, innen gegliederten und glänzenden Gefäßen hellrötliche, glanzlose Klümpchen. Markstrahlen auf der Querschnittsfläche unkenntlich, im radialen Längsschnitt wenig auffällig, im tangentialen unter der Lupe feine dunkle, in Querreihen geordnete Strichelchen bildend.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 65): Gefäße nur 1—2 auf den Quadratmillimeter, 0,14—0,29 mm weit, in oder an zwei- bis fünfschichtigen Querzonen von Holzparenchym. Hoftüpfel der Gefäßwände breit elliptisch, 0,008 mm lang, mit schief spaltenförmiger Pore, die Poren benachbarter Tüpfel in schräg ansteigende, ungleich lange Wandfurchen mündend; Tüpfelung gegen Parenchymzellen nicht abweichend. Faserschichten fast ebenso breit, wie die mit ihnen wechselnden Holzparenchymschichten. Fasern mit breitem Mittelteil und schmalen Endteilen, im Querschnitt regellos gelagert, derb- bis dickwandig und mit kleinen, schief spaltenförmigen Tüpfeln auf den Radialwänden. Holzparenchym meist zweizellig, derbwandig, mit reichlicher Tüpfelung auf den Radialwänden. Kristallkammern häufig. Markstrahlen im Tangentialschnitt in Querzonen (deren etwa 11 auf 2 mm Höhe), meist zweischichtig und 5—7 Zellen (0,10—0,16 mm) hoch. Letztere etwas derbwandig, im allgemeinen rundlich, in den Faserschichten oft schmäler, mehr elliptisch, die Endzellen den anderen gleich oder etwas größer; einzelne Markstrahlen auch einschichtig. Kantenzellen der Markstrahlen im radialen Längsschnitt im Vergleich mit den inneren »liegenden«, mitunter verkürzt, fast quadratisch.

Beschaffenheit: Ziemlich hart und dicht, mittelschwer, ziemlich schwer- und uneben spaltend.

Inhaltsstoffe: Wände aller Zellen und Gefäße rötlichgelb. Gleichgefärbter grobstückiger Inhalt (in Alkohol unlöslich) in den Gefäßen. Tief gelbroter, in Alkohol löslicher Inhalt in den Fasern und (in Klümpchen, Tropfen und Krümeln) auch in den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms. Stärkekörner sind in letzteren Zellen groß, rundlich bis elliptisch und häufig ebenso breit wie die Zellen weit, in den Markstrahlen kleiner. — Eisenchloridzusatz schwärzt weder Wände noch Inhalt, verändert nur die angegebenen Färbungen in braunviolett. Wasser wird durch das Holz zunehmend rötlichgelb gefärbt.

Verwendung: Findet wie alle Padoukhölzer in Europa hauptsächlich zu Einlegearbeiten (Intarsien) Verwendung.

b) Manila-Padouk.

Stammpflanze und Familie: *Pterocarpus indicus* Willd. — Leguminosae-Papilionatae.

Heimat: Philippinen (?).

Holzcharakteristik (5, 65): Holz hell rötlichbraun, in Färbung und Glanz an leichtere Mahagonisorten erinnernd, im Querschnitt mit zahlreichen sehr ungleich weiten, zum Teil unkenntlichen Gefäßen,

deren Verteilung derart wechselt, daß an Früh- und Spätholz von Jahresringen erinnernde Querzonen entstehen, wozu helle, die engeren und engsten Gefäße begleitende, zwischen den weiten aber fehlende, feine, kurze bis lange, wellige Querlinien beitragen. Außerdem, und nicht immer in Beziehung zu jenem Bau, erscheint die Querschnittsfläche abwechselnd, doch nicht streng konzentrisch, heller und dunkler. Demgemäß zeigt sich das Holz auch im Längsschnitt unregelmäßig streifig (»gewässert«); nebstdem werden hier unter der Lupe feine helle Längslinien sichtbar, denen sich auf der radialen wie auf der tangentialen Schnittfläche eine feine, durch die Markstrahlen verursachte Querstreifung beigesellt, als Folge des stockwerkartigen Aufbaues. Die angeschnittenen weiteren Gefäße bilden hier ziemlich derbe, zum Teil nur kurze, gegliederte, glänzende, meist inhaltsleere Längsfurchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 65; 14): Gefäße meist einzeln, auch zu 2—3 (seltener zu mehreren, überwiegend sehr engen) radial gereiht, etwa 3—4 auf den Quadratmillimeter, 0,07 bis 0,38 mm weit; die weiteren meist von nur wenig Holzparenchym umringt, die engeren und engsten in oder an parenchymatischen, ein- bis vierschichtigen Querzonen, diese schmäler als der radiale Gefäßdurchmesser. Tüpfelung der Gefäße wie beim »Burma padouk« (siehe oben) Faserschicht breiter als Holzparenchymschicht. Fasern (»Libriform«) im Querschnitt regellos gelagert oder zwischen Radialreihen größerer und weiterer derbwandiger Zellen kleine dickwandige, enge Zellen eingeschoben. Faserwände mit kleineren, winzigen Tüpfeln. Holzparenchym zweizellig. Kristallkammern häufig. Markstrahlen im Tangentialschnitt in regelmäßigen Querreihen (etwa 9 auf 2 mm Höhe), meist 5—7 Zellen (0,12—0,17 mm) hoch. Letztere etwas derbwandig, 0,02—0,024 mm hoch, bis um die Hälfte schmäler; Endzellen meist nicht größer und auch im Radialschnitt nicht erheblich kürzer als die übrigen.

Beschaffenheit: Hart, dicht, schlecht und uneben spaltend.

Inhaltsstoffe: Wände aller Zellen und Gefäße gelblich. In den Markstrahlzellen rötlicher Inhalt in lockeren Krümeln oder in homogenen, das Innere teilweise ausfüllenden Massen; solche da und dort auch in den Gefäßen. Im Gegensatz zu »Burma padouk« an Alkohol nur wenig Substanz abgebend, auch durch Eisenchloridzusatz nicht erheblich verfärbt. Wasser wird durch das Holz orangegelb gefärbt.

Verwendung: Wie »Burma padouk«, hauptsächlich zu Einlegearbeiten.

Bemerkung: Auch das in großen Knollen nach Europa kommende, hellbraune bis rötlichbraune, prächtig gemaserte, sehr polierfähige »Amboinaholz« oder »Kajolholz« oder »Amboinamaser« wird entsprechend der anatomischen Beschaffenheit von ostindischen Pterocarpus-Arten abgeleitet. Es findet in der Kunsttischlerei und Drechslerei, z. B. zur Herstellung von Pfeifenköpfen, Verwendung.

103. Machaerium-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Machaerium violaceum* Vogel. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Jacarandá violeta« (Brasilien); fälschlich auch »Palisanderholz« genannt.

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik (5, 67): Holz rotviolett. Auf der geraden Querschnittsfläche ziemlich gleichmäßig verteilte helle Pünktchen, die unter der Lupe als hell behöfte, ab und zu weiß angefüllte Poren (Gefäße) erscheinen. Im Lupenbild ferner feine helle Querlinien, welche in ungleichen Abständen und ohne Beziehung zueinander zu den Gefäßen verlaufen, oder auch ohne sie zu berühren und miteinander zu verbinden; ferner zarte Markstrahlen. Im Längsschnitt ist das Holz sehr gleichmäßig dicht, deutlich nadelrissig, mit in den Gefäßen stellenweise dunklerem, glänzendem Inhalt, in manchen auch streckenweisen Ausfüllungen. Die Radiallängsfläche erscheint durch die zahlreichen Markstrahlen auffallend querstreifig und glänzend. Der tangentiale Längsschnitt zeigt erst unter der Lupe eine sehr zarte Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 1—3 je 1 qmm, 0,187

bis 0,9 mm weit, oft von kreisförmigem Querschnitt, einzeln oder auch zu zweien in Gruppen dünnwandigen Holzparenchyms. Gefäßwände mit rundlichen Hoftüpfeln besetzt; letztere etwa 0,006 mm breit mit ziemlich kurzem Porenspalt, gegen das Holzparenchym und die Markstrahlzellen nicht abgeändert. Holzparenchym in keilförmigen Gruppen, welche seitlich in die umgebende Grundmasse verlaufen. Außerdem bildet das Holzparenchym in ungleichen, oft ziemlich weiten Abständen schmale, meist ein- bis dreischichtige Querzonen ohne Beziehung zu den Gefäßen, doch hie und dort eines der engeren umfassend. Das Holzparenchym ist meist zweizellig, an den Gefäßen auch mehrzellig. Holzfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, im Querschnitt rundlich und ungleich weit; die weiteren Fasern bilden mehr oder weniger regelmäßige Radialreihen zwischen den regellos gelagerten engeren Fasern (Faserenden). Mittelteile der Fasern im Radialschnitt mit zahlreichen kleinen meist in Längsreihen geordneten schiefspaltenförmigen Tüpfeln. Kristallkammerzellen häufig, besonders an den Grenzen der Holzparenchymzonen gegen die Faserschichten. Markstrahlen im Tangentialschnitt in nicht sehr regelmäßigen Quer- oder Schrägreihen, etwa 7 auf 2 mm Höhe, 12—20 Zellen (0,14—0,28 mm) hoch, meist zweischichtig, auch einschichtig, seltener dreischichtig. Markstrahlzellen klein, elliptisch, meist 0,006—0,012 mm hoch und halb so schmal; die Kantenzellen oft nicht höher; auch im Radialschnitt nur wenig kürzer als die übrigen.

Beschaffenheit: Schwer, im Wasser sinkend, hart, dicht, leicht- und ziemlich geradspaltend. Das Holz färbt Wasser gelb.

Inhaltsstoffe: Alle Zell- und Gefäßwände rötlichgelb, bis gelbrot. In den Gefäßen entweder gelblichroter Inhalt oder hie und da auch weiße Ausscheidung, die aus einer kristallinischen farblosen, in Alkohol unlöslichen Substanz bestehen. Letztere zerfließt in Kalilauge zu winzigen Nädelchen, welche zwischen gekreuzten Nicols kaum aufleuchten. Im Holzparenchym wie in manchen Markstrahlen leuchtend roter Kernstoff. Dieser die Zellen ganz oder nur teilweise — im letzteren Fall in Tropfenform — ausfüllend. In vielen Markstrahlen äußere Klümpchen gelblichen Inhalts. Die meisten Holzfasern sind ebenfalls von rötlichgelblichem oder gelblichbraunem bis rotem Inhalt erfüllt. Mit Ausnahme des Gefäßinhaltes ist der der anderen Gewebeelemente in Alkohol ganz oder größtenteils löslich. Der Lösungsrückstand schwärzt sich auf Zusatz von Alkohol und Eisenchlorid. Letztere Reaktion zeigen auch die Wände der Zellen und Gefäße.

Verwendung: Wertvolles Holz, wie »Palisander« verwendet (siehe Nr. 104).

Bemerkung: *Machaerium violaceum* V. soll eine der Stammpflanzen des »Palisanderholzes« des Handels sein. — Über das Holz von *Machaerium Whitfordii* siehe Miller (547).

104. Holz von Dahlbergia nigra.

Stammpflanze und Familie: *Dahlbergia nigra* Allen. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Palisanderholz« zum Teil, »Polyxanderholz«, »Jacaranda Cabiuna« (Brasilien), »Brasilianisches Rosenholz«, »Purpurhout« (Holland). (40, 2; 46).

Heimat: 15—20 m hoher Baum Brasiliens, Westindiens, Argentiniens (hier soll der Baum nur bis 5 m hoch sein).

Holzcharakteristik (5,68): Splint leicht gelb. Kernholz dunkelviolett oder schokoladebraun. Gefäße im Querschnitt regellos zerstreut als meist helle, behöfte und zum größten Teil schon dem freien Auge offene Poren erscheinend, die mitunter durch dunklen Kernstoff verstopft oder mit weißem Inhalt ausgefüllt sein können. Auf den Querschnitten oft unregelmäßig verlaufende dunklere Querzonen, teils treten sie scharf hervor, teils sind diese mehr verwaschen. Unter dem Lupenbild zeigen die Querzonen ungleich zahlreiche, helle, wellige Querlinien, die an Feinheit den Markstrahlen gleichkommen. Der Längsschnitt ist mehr oder minder reichlich und auffällig dunkel bis schwarz geadert und mit sehr deutlicher, von feiner heller Längsstreifigkeit begleiteter Nadelrissigkeit. Unter der Lupe zeigen im Längsschnitte die Gefäße häufig dunkelglänzenden, ab und zu auch weißen

Inhalt. Im Lupenbild der Tangentialfläche erscheint eine sehr feine, oft nur stellenweise deutliche, durch die Querreihung der Markstrahlen bewirkte Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 68): Gefäße nicht zahlreich, etwa 1—3 je 1 qmm, sehr ungleich weit (0,08—0,35 mm), einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen, meist von Holzparenchym in mehrfacher Schicht umringt, ohne daß jedoch ansehnliche Gruppen oder Inseln dieses Gewebes entstehen. Gefäßwände behöft getüpfelt, auch gegen das Holzparenchym und die Markstrahlen; die Hoftüpfeln rundlich bis 0,008 mm breit, quer porenspaltig. Benachbarte Poren münden häufig gemeinsam in Wandfurchen ungleicher Länge. Das Holzparenchym strahlt aus der unmittelbaren Umgebung der Gefäße in schmalen, oft nur einreihigen, häufig unterbrochenen, wenig regelmäßigen Querzonen in die umgebende Grundmasse aus. In dieser Grundmasse (Holzfaserpartien) tritt Holzparenchym auch ohne Beziehung zu Gefäßen auf, teils vereinzelt, teils in bis dreischichtigen und ungleichen Abständen voneinander verlaufenden Querzonen. Holzfasern bilden die Grundmasse, sie sind regellos gelagert, im Querschnitte meist rundlich, dickwandig; auf dem Radiallängsschnitt winzig getüpfelt. Markstrahlen im Tangentialschnitte in deutlichen, nicht vollkommen regelmäßigen Querzonen. Letztere 10—11 auf 2 mm Höhe, meist zweischichtig und 6—10 Zellen (0,12 bis 0,20 mm) hoch. Markstrahlzellen rundlich bis elliptisch, meist bis 0,12 mm hoch und breit; die Endzellen ebensogroß oder nur wenig größer als die übrigen, auch im Radialschnitt ungefähr wie diese. Kristallkammern spärlich.

Beschaffenheit: Hart, schwer, uneben spaltend, etwas spröde, gut zu bearbeiten, sehr polierfähig, neigt oft zu Kernrissen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,768—0,841 (nach Bulger).

Inhaltsstoffe: Alle Zellen und Gefäßwände erscheinen im durchfallenden Licht unter dem Mikroskop lebhaft gelb bis rotbraun. In den Holzfasern dunkler, rotbrauner bis fast schwarzer Inhalt. In den Gefäßen teils gleichgefärbter Inhalt, teils weiße Ausfüllungen. Die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms sind gewöhnlich leer oder führen spärlich bräunlichen kugeligen Inhalt. Der Faserinhalt ist in Alkohol vollständig oder fast vollständig löslich, die Lösung hinterläßt nach Eintrocknen einen reichlichen, bräunlichen Rückstand. Mit Alkohol behandelte und in Glyzerin gelegte Schnittchen zeigen die Zell- und Gefäßwände mehr rötlich, stellenweise auch im blassen, an »Neutraltinten« erinnernden Farbton. Auf Zusatz von Eisenchlorid schwärzt sich der Inhalt nicht. Wasser wird durch das Holz gelbrot gefärbt. Nach Stone (6, 12) soll das Holz ebenso wie das anderer Dahlbergia-Arten nach Rosenwasser riechen. Wegen dieser Eigenschaften werden die Hölzer auch mit »Rosewood« bezeichnet.

Verwendung: Das Holz von *Dahlbergia nigra* (»Palisanderholz«) zählt zu den feinsten und vornehmsten aber auch teuersten Luxushölzern für Herstellung von Möbeln, Klavierkästen, Einlegearbeiten (Intarsien).

Bemerkungen: 1. Das »Palisanderholz« oder »Brasilianisches Jacarandaholz« gelangt meist über Rio de Janeiro, Esperito Santo, Bahia und Viktoria zur Ausfuhr, und zwar in meist runden, splintfreibearbeiteten Blöcken von 3—6 m Länge und 0,25—0,60 m Durchmesser.

2. Der obiges Nutzholz liefernde Baum wird mit zunehmendem Alter kernabständig und hohl; sein Holz wird deswegen nach Gewicht gehandelt und mitunter in ungespaltenen Halbstämmen zur Ausfuhr gebracht.

3. Nach Wilhelm gehören zu obigem Holz die von ihm untersuchten Proben des »Rio-Palisanderholzes« und das »Bahia-Palisanderholz», wahrscheinlich auch das sehr wertvolle »Nicaragua-Palisander«.

4. Sogenanntes »Bahia«- oder »Rio-Rosenholz« wird nach vielen Autoren von verschiedenen botanischen Arten abgeleitet, so z. B. von *Dahlbergia nigra* Allen, *Machaerium incorrupibile, M. legale* [nach I. R. Batterden (96)]. Die Lieferanten des »Rosenholzes« sollen ferner aus *Dahlbergia nigra* Allen, *Machaerium* Allen (97) stammen. Das in Brasilien auch als »Rosewood« oder »Pao rosa« gehandelte Holz stammt nicht von

vorgenannten Arten sondern von *Physocalymna floridum* Pohl.

5. Unter der Bezeichnung »Palisander« geht auch das Holz von *Jacaranda brasiliana* Pers. (Bignoniaceae).

6. Das in Brasilien als »Jacaranda roxa« bekannte Holz stammt von *Machaerium firmum* Benth.; das »Jacaranda pretto« von *M. legale* Benth.; das »Jacaranda violetta« von *M. violaceum* Vog. und das »Jacaranda tã« von *M. alemanii*.

7. Wilhelm (5, 68) bringt die Beschreibung einer als *Jacaranda Clausseniana* bezeichneten Holzprobe, eine Art der Gattung *Jacaranda* Juss. (Bignoniaceae). Das Holz besitzt nach den Untersuchungen des genannten Autors den typischen Bau der Leguminosenhölzer. Die botanische Abstammung dieses Holzes steht nicht einwandfrei fest. Sollte diese *Jacaranda Clausseniana* mit der Art *J. Claussiana* Casar. identisch sein, dann ist sie synonym mit *Jacaranda caroba* D. C

8. Die Tatsache, daß die Engländer und Franzosen dem ihnen vom deutschen und französischen Handel als »Palisander« bezeichneten Holze (von *Dahlbergia nigra* Allen. und verschiedenen Machaerium-Arten abstammend) den Namen »Rosewood« geben, ist die Ursache vieler Mißverständnisse, und es wäre zu begrüßen, wenn eine scharfe Trennung zwischen »Palisanderholz« und dem »Echten Rosenholz« (von *Physocalymna scaberrimum* Pohl., *Ph. floridum* Pohl. abstammend) gezogen würde.

9. Beauverie (40, 2) weist darauf hin, daß ein von Marcgraff beschriebenes Palisanderholz fälschlich mit »Jacaranda« (Bignoniaceae) in Beziehung gebracht wurde. Dieses Holz wurde lange Zeit mit dem Namen »Bois de Sainte Lucie« bezeichnet, nach einer Antilleninsel, von welcher es früher nach Europa gelangte. Die Engländer benannten dieses Holz »Rosewood«, was wieder Anlaß zu Mißverständnissen mit dem französischen Handel gibt, weil das Rosenholz des französischen Handels aus Bahia und Rio kommt und von *Physocalymna scaberrimum* Pohl stammt.

10. »Ostindisches Palisander«, auch »Ostindisches Jacaranda«. Wilhelm (5, 68) beschreibt ein Holz dieses Handelsnamens eingehend, seine botanische Herkunft ist unsicher. Die untersuchte Holzprobe unterscheidet sich vom »Brasilianischen Palisander« durch die in der Regel blauviolette Färbung, zeigt auch im Querschnitt dem freien Auge keine hellen Pünktchen, sondern nur zahlreiche, sehr helle Poren. Näheres über dieses Holz siehe Wilhelm (5, 68) und (98). Ob dieses »Ostindische Palisander« von *Dahlbergia*-Arten abstammt, ist ebenfalls unsicher. Auch ein Vergleich des anatomischen Baues des Holzes mit dem der vorderindischen *Dahlbergia latifolia* Roxb., welche das schwarze »Botanyholz«, »Blackwood« (475) oder das »Indische Rosenholz« liefert und von Moll und Janssonius genau beschrieben ist (22, 5), läßt die Zusammengehörigkeit dieser Hölzer nicht erkennen.

11. »Madagaskar-Palisander«, auch als »Königsholz« oder als »Madagaskar rose wood« bezeichnet, wurde von Wilhelm (5, 68) genau beschrieben. Dieses Holz hat ebenfalls eine unsichere botanische Herkunft. Die Unsicherheit wird dadurch erhöht, daß »Palisanderholz« im englischen Handel allgemein als »Rose wood« bezeichnet wird und das echte »Rose wood« (siehe Bemerkung 8) im englischen Handel unter »Tulip wood« geht. Das von Wilhelm als »Madagaskar-Palisander« beschriebene Holz ist schwer, hart, im Wasser sinkend, hat gelben Splint, hellbräunlichvioletten und ziemlich eng- und parallel dunkelstreifigen Kern; es unterscheidet sich von vorbeschriebenen Palisanderhölzern durch deutliche regelmäßige Zuwachszonen, welche mit den jeweilig weitesten Gefäßen beginnend an ringporige Hölzer erinnern.

Wegen der andern Unterscheidungsmerkmale siehe Wilhelm (5, 68).

Anhang:

In Brasilien unterscheidet man bei den sogenannten »Jacarandahölzern» mehrere Varietäten, die teils zur Gattung *Machaerium* (siehe Nr. 103) teils zu *Dahlbergia nigra* gehören (29).

Es sind die Varietäten:

1. »Jacaranda branco.« Holz hell-

braun mit gelblichen Streifen, fein und geradfaserig, hart, schneidbar; spez. Lufttrockengewicht: 0,705—0,820.

2. »J. cabinua.« Spez. Lufttrockengewicht: 0,815—0,919.

3. »Jacaranda preto«, *Machaerium legale* Benth. Holz schwarz, glänzend, mit braunen Streifen, sehr fein faserig, hart, schneidbar; spez. Luft trockengewicht: 0,818—0,961.

4. »J. roxo«, *Machaerium firmum* Benth. Holz tiefdunkelrosenrot mit schwarzen Adern, sehr feinfaserig, hart, schneidbar; spez. Lufttrockengewicht: 0,923—1,123.

5. »J. tã«, *Machaerium Alemannii* Benth. Holz braun, teils heller, teils dunkler, mit schwarzen Adern, fein und geradfaserig, hart zu schneiden; spez. Lufttrockengewicht: 0,994—1,234.

6. »J. tã amarello.« Spez. Lufttrockengewicht: 0,810—0,890.

7. »J. violeta«, *Machaerium violaceum* Vogel. Holz dunkelgelb bis hellbraun, mit karmoisinroten Adern und Streifen, sehr feinfaserig, hart schneidbar; spez. Gewicht: 1,046—1,099.

8. »Jacaranda«, *Platypodium elegans* Vog.

Diese Hölzer sind den »echten Rosenhölzern« verwandt und kommen meist in 6—8 m langen Blöcken mit 0,6 bis 0,8 m Durchmesser in den Handel.

105. Afrikanisches Grenadilleholz.

Stammpflanze und Familie: *Dahlbergia melanoxylon* Guill. et Perr. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Grenadillaholz«, »Senegal-Ebenholz«, »Kongoholz«, »African black wood«, »Mpingo«, »Soppi« »China black wood«.

Heimat: Bis 10 m hoher Baumstrauch des tropischen Afrika [Scharigebiet, Abessinien, Ostafrika bis zum Sambesigebiet, ehem. Deutsch-Ostafrika (52, 2)].

Holzcharakteristik (5, 69; 6, 9; 92): Splintholz schmal, hell bis bräunlichweiß. Kernholz braun bis schwarzviolett, heller und dunkler gezont, bisweilen fast gleichfarbig. Das Splintholz ist deutlich nadelrissig, das Kernholz wegen völliger Ausfüllung der Gefäße mit dunklem Kernstoff für das freie Auge strukturlos. Im Querschnitt bleiben die ziemlich spärlichen, oft zonenweise etwas reichlicheren und dadurch wohl Zuwachszonen andeutenden Gefäße meist unkenntlich. Markstrahlen sind für das freie Auge nicht zu erkennen. Im Lupenbild erscheinen die Gefäße des Kernholzes häufig nur als glänzende Pünktchen bzw. Streifchen, im Splintholz dagegen als offene Poren bzw. Furchen. Neben diesen tritt auf der Hirnfläche eine dichte, feinwellige, helle Querstreifung hervor. Eine Querreihung der Markstrahlen fehlt oder ist vorhanden (nur mit der Lupe zu entscheiden).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 69): Gefäße meist 7—11 je 1 qmm, einzeln oder zu 2—4 in Radialreihen, 0,05—0,19 mm, seltener bis 0,25 mm weit, mit querspaltporigen, einander meist nicht berührenden Hoftüpfeln. Markstrahlen zahlreich, meist zweischichtig, 0,08—0,16, seltener bis 0,22 mm hoch. Manche Markstrahlen auch einschichtig. Markstrahlzellen 8—19 μ hoch, oft nur 4 μ breit, ziemlich derbwandig. Holzparenchym meist nur zweiteilig, mit Tüpfelgruppen auf den radialen Seitenwänden und Ersatzzellen in der Umgebung der Gefäße. Es ist in reichlichen, mehr oder minder vollkommenen und zusammenhängenden ein- bis dreischichtigen Querzonen angeordnet. Kristallkammern sehr zahlreich. Holzfasern [von v. Schrötter (92) fälschlich als Tracheiden bezeichnet] dickwandig, an den Enden lang ausgezogen, in unregelmäßiger Anordnung bilden sie die Grundmasse.

Beschaffenheit: Sehr dicht, äußerst hart und schwer, im Wasser sinkend, ziemlich gut spaltbar, sehr polierfähig, die Gefäße nicht abnutzend, frei von rosterzeugenden Substanzen. Das schwach nach Rosenwasser duftende Holz brennt mit rußiger Flamme unter gleichzeitiger Erzeugung eines teerartigen Geruches.

Prüfung: Trockengewicht im Mittel: 1191,2 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: Die Wände aller Zellen und Gefäße des Kernholzes, namentlich die der Fasern, gebräunt; in den Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen schwarzvioletter Inhalt. In den Gefäßen außer gelben homogenen

Massen ebenso gefärbter Inhalt. Alkohol löst den Inhalt der Zellen, nicht aber den der Gefäße, entfärbt auch nicht die Wände der Fasern.

Verwendung: Das in der Regel in Blöcken von 1—1,50 m Länge und 12 bis 25 cm Durchmesser nach Europa eingeführte Holz wird ebenso wie »Ebenholz« bei der Drechslerei, oder wie »Cocusholz« zur Herstellung von Blasinstrumenten und Messerheften, besonders für Handgriffe medizinischer Geräte verarbeitet. Das Holz dient — nach Engler (50, 2; 92) und nach v. Schrötter (92) — in der Heimat zur Anfertigung von Pfeilspitzen, Keulen, Hämmern, Stößeln u. dgl.

Bemerkung: Die Einfuhr in Deutschland betrug vor dem Krieg jährlich ungefähr 600 Tonnen.

Das »Bombey black wood« oder »Rose wood« stammt von *Dahlbergia latifolia* Roxb., »Australian black wood« dagegen von *Acacia melanoxylon* R. Br.

Nach Alex. Howard (93) ist das Holz dunkelpurpur bis pflaumenfarbig und wird gegenwärtig von Mozambique und der Ostküste Afrikas importiert, weshalb es auch als »Mozambique ebony« bekannt ist. Nach A. E. Gardener war das Holz als »Ebène du Portugal« bekannt und soll einen völlig verschiedenen Wuchs gegenüber dem Ebenholz der Westküste Afrikas oder dem »Madagaskar-Ebenholz« zeigen.

106. Westindisches oder Kuba-Grenadilleholz.

Stammpflanze und Familie: *Brya ebenus* A. D. C. — Leguminosae-Papilionatae.

Botanisches Synonym: *Amerimmon ebenus* Sw., *Aspalathus ebenus* L.

Nomenklatur: »Kokusholz« (fälschlich »Kokosholz«), »Amerikanisches Ebenholz«, »Green ebony«.

Heimat: Kleiner Baum des tropischen Amerika und Westindiens, hauptsächlich Kuba und Jamaika.

Holzcharakteristik (5, 70; 6, 11): Splintholz schmal, gelblich. Kernholz lebhaft braun oder etwas rötlichbraun, auf alter Schnittfläche zuweilen ins Violette gehend; abwechselnd heller und dunkler gezont (»falsche Jahresringe« zeigend). Gefäße gewöhnlich mit bloßem Auge unsichtbar, im Lupenbild nur im äußeren Splint als offene Poren erscheinend, sonst durch Kernstoff, der im inneren Splint gelbrot ist, verstopft. Markstrahlen stets unkenntlich, die im Lupenbild als sehr feine Linien schwach hervortreten. Ferner werden im Lupenbild hellere, sehr zarte, die geringe Breite der Markstrahlen kaum übertreffende Querlinien mehr oder weniger deutlich. Im Längsschnitt erscheinen die Gefäße im inneren Splint wie oben, im Kern durch rötlichbraunen Inhalt verstopft. Der Holzkörper zeigt am schönsten auf dem Tangentiallängsschnitt durchweg eine feine, von der Anordnung der Markstrahlen in regelmäßigen Querzonen herrührende, zierliche Streifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 70): Gefäße ziemlich gleichmäßig zerstreut, oft 0,06—0,09 mm, nicht selten auch 0,10—0,12 mm weit, teils einzeln oder in Paaren, teils zu 2—7, oft zu je vier in Radialreihen oder Gruppen, oft vorwiegend das eine oder das andere, mit einfacher Durchbrechung der Gliedenden und dichter Tüpfelung der Längswände. Anzahl der einzeln stehenden Gefäße und Gefäßgruppen bis 20 auf 1 qmm. Gefäßglieder des streng stockwerkartigen Aufbaues des Holzes von sehr gleichmäßiger Länge. Markstrahlen einschichtig in regelmäßigen Querzonen, meist 6—9, einzelne nur 3—4 Zellen hoch. Markstrahlzellen meist 8—14 μ, seltener mehr Mikron hoch und 5—8 μ, seltener mehr Mikron breit. Holzfasern bilden die Grundmasse und sind dickwandig. Ersatzzellen liegen neben den Gefäßen und in mehr oder weniger zahlreichen, meist ein- bis dreischichtigen Querzonen, häufig in Kristallkammern geteilt. Zweizelliges Holzparenchym nur vereinzelt.

Beschaffenheit: Mittelhart, sehr schwer, im Wasser sinkend, leichtspaltig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,970—1,300.

Inhaltsstoffe: Der gelbe Gefäßinhalt des inneren Splintes ist in Alkohol unlöslich. In allen Elementen des Kernholzes, namentlich in den Markstrahlen

und Ersatzzellen, brauner Inhalt, welcher in Alkohol ganz oder teilweise löslich ist.

Verwendung: Material für Musikinstrumente (Blasinstrumente) und Klarinetten, ferner für Messerhefte, Pfeifen und Drechslerarbeiten sehr beliebt.

Bemerkungen: 1. Das »Kokusholz« ist nicht zu verwechseln mit dem von verschiedenen Palmen abstammenden »Kokosholze« oder »Porkupineholz«.

2. Im Handel findet sich ein »Cocoholz«. Dieses stammt von Vorder- und Hinterindien und von der Art *Aporosa dioica* (Roxb.) Muell. (Euphorbiaceae).

3. Unter der Bezeichnung »Afrikanisches Grenadilleholz« geht hie und da das »Madagaskar Ebenholz« von *Diospyros haplostylis* Boiv. und *Diospyros microrhombus* Hiern.

4. Nach Schlomann (95) soll das Holz von *Brya ebenus* bei den Franzosen als »Jacaranda«, den Italienern als »Ebano verde«, den Spaniern als »Jacaranda« bekannt sein.

107. Zebraholz.

Stammpflanze und Familie: *Centrolobium robustum* Mart. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Arariba«, »Araroba«, »Cartan«.

Heimat: Britisch-Guayana, Brasilien, Venezuela.

Holzcharakteristik (5, 71): Holz ungleich gefärbt. Sehr lichtbraune Zonen wechseln mit dunkleren bis graubraunen ab, dazu tritt eine schwärzliche Aderung. Der Querschnitt ist teilweise grobwellig oder zackig, der Radiallängsschnitt ziemlich parallel verlaufend, der Tangentiallängsschnitt bildet zackige Bänder oder regellose Zeichnung. Auf dem Hirnflächenschnitt zahlreiche, sehr auf fällige helle Pünktchen, in denen die zum Teil kenntlichen Gefäße liegen. Im Lupenbild sind die hellen Pünktchen oft in kurzen Querstreifchen ausgezogen, die zonenweise oder durch feine wellige Querlinien miteinander verbunden sind. Der Längsschnitt ist sehr deutlich nadelrissig, die angeschnittenen Gefäße zum Teil deutlich gegliedert und glänzend. Markstrahlen sehr fein, auf der Tangentialfläche als kurze, in zackigen Querlinien geordnete Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 71): Gefäße 3—5 je 1 qmm, 0,09—0,30 mm weit, meist einzeln, seltener zu 2—4 in Radialreihen; Gefäße und Gefäßgruppen von reichlichem dünnwandigem Holzparenchym begleitet. Gefäßwände mit rundlichen Hoftüpfeln besetzt. Letztere etwa 0,006 mm breit mit querelliptischer Pore, gegen Holzparenchym und Markstrahlen von gleicher Form. Holzparenchym im Querschnitt entweder ungefähr rhombisch geformt und von den Gefäßen aus seitlich kurz ausstrahlend oder sich in gleicher Richtung aus ungleich langen, bei weiterer Erstreckung welligen Querzonen fortsetzend. Solche Gruppen und Zonen durchsetzen auch ohne Beziehung zu Gefäßen die stets erheblich mächtigeren Zwischenschichten der Grundmasse. Letztere besteht aus derb- bis dickwandigen Holzfasern, von denen im Querschnitt die größeren und weiteren in Radialreihen liegen und mit gleichgerichteten Streifen kleiner regellos gelagerter Zellen abwechseln. Mitunter schieben sich solche in die Reihe weiterer Zellen selbst hinein, so daß auch mehr oder weniger regelmäßige Querreihen weiterer Zellen entstehen oder eine fast regellose Lagerung aller Zellen die Folge ist. Die Radialwände der Fasern sind mit kleinen schief spaltenförmigen, meist in eine Längsreihe gestellten Tüpfeln besetzt. Markstrahlen im Tangentialschnitt nicht in deutlichen Querreihen, ein- bis zweischichtig, 3—18 Zellen (0,05 bis 0,30 mm) hoch. Markstrahlzellen etwas derbwandig, rundlich, elliptisch oder fast rechteckig, mit 0,012—0,020 mm innerem Durchmesser, zuweilen breiter als hoch, die Kantenzellen fast ebenso hoch wie die übrigen, im Radialschnitt aber kürzer als diese, jedoch immer noch länger als hoch. Holzparenchym oft vierzellig. Kristallkammerfasern sehr häufig, besonders in der Nähe der Gefäße.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer, mäßig hart, schwer spaltbar, gut polierfähig; frisch mit eigentümlich säuerlichem, an Gerberlohe erinnerndem Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,870.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen stellenweise klumpige gelbbraune, durchscheinende oder trübe feinkernige Abscheidungen. In den Markstrahlzellen, teilweise auch in den Holzparenchymzellen und Holzfasern Klumpen und Tröpfchen kastanienbraunen Inhaltes, welcher hie und da von blasigen Hohlräumen durchsetzt ist. In den die »Aderung« bewirkenden dunklen Streifen sind außerdem die Wände aller Zellen und Gefäße dunkelbraun gefärbt, in den hellen Holzpartien die Wände farblos oder höchstens die der Fasern leicht gebräunt. Alle diese Kernstoffe sind in Alkohol teilweise löslich, nach Verdunstung des letzteren verbleibt ein ziemlich reichlicher, an seinen Rändern bräunlicher Rückstand. Wasser wird durch das Holz bräunlich gefärbt. Eisenchlorid schwärzt Inhalt und Wände.

Verwendung: Ein in der Kunsttischlerei sehr geschätztes Holz, besonders zu Furnieren und Luxusmöbeln verwandt. Wertvolles Schiffsbauholz.

Bemerkungen: 1. Wilhelm beschreibt noch ein zweites »Zebraholz« oder »Tigerholz« von unbestimmter botanischer Abstammung eingehend. Wegen der Unsicherheit der Herkunft und Abstammung der von ihm untersuchten Holzprobe sei hier nur auf dasselbe hingewiesen (5, 71).

2. Nach brasilianischen Angaben soll das »Zebraholz« orangefarben oder lebhaft gelb sein und goldige Aderung zeigen.

3. Nach Pittier (99) ist es nicht bekannt, ob das »Zebraholz«, welches als Bau- und feines Möbelholz gleich wertvoll ist, aus Venezuela exportiert worden ist. Die Ursache seiner Seltenheit auf dem Markte von Caracas scheint ihren Grund darin zu haben, daß der Baum in den Staaten Miranda, Aragua und Carabobo sehr selten ist.

4. Die Bezeichnung »Zebraholz« oder »Tigerholz« führt außerdem eine ganze Anzahl Hölzer, welche sich im allgemeinen durch eine zebrafellartige, das heißt auf hellerem Grund mehr oder weniger auffällige dunkelstreifige Zeichnung auszeichnet. So wird z. B. der Name »Zebraholz« auch für breitstreifige *Diospyros*-Arten, für *Guettarda speciosa* L. (Rubiaceae) von Honduras, für *Connarus guianensis* Lam. (Connaraceae) von Britisch-Guayana, für *Taxotrophis illicifolia* Vid. (Moraceae) und für verschiedene Palmenhölzer und für Arten unbestimmter botanischer Herkunft gebraucht.

108. Rebhuhnholz.

Stammpflanze und Familie: *Andira inermis* Kunth. — Leguminosae-Papilionatae.

Botanische Synonyme: *A. acuminata* Benth., *A. grandiflora* Guill. et Perr.

Nomenklatur: »Angelim«, »Lombricero«, »Cabbage tree« (Brasilien).

Heimat: 6—15 m hoher Baum des nördlichen Südamerika. Er soll auch in Senegambien (nach Engler) und in Togo — im Bezirk Sokode-Basari — (nach Kersting) vorkommen. Das Holz kommt hauptsächlich von Venezuela in den Handel (6, 13; 12, 9).

Holzcharakteristik (5, 72; 6, 14): Holz tiefbraun mit rötlichem bis schwärzlichem Ton, im Querschnitt mit zahlreichen mehr oder weniger zarten und deutlichen, oft dicht nebeneinander und ununterbrochen verlaufenden hellen, welligen Querstreifen. Für das freie Auge unkenntliche Gefäße und Markstrahlen. Im Längsschnitt, vor allem im tangentialen, auffällig und zierlich gestreift (auf eine solche, an das Gefieder eines Rebhuhnes oder Fasans erinnernde Zeichnung bezieht sich der Name »Rebhuhnholz«). An lichter Stelle des Holzes rötlich, an der dunkleren schwarzbraun. Der feine, nadelrissige Längsschnitt zeigt keinen besonderen Glanz. Auf dem Tangentiallängsschnitt sind unter der Lupe sehr feine, durch die Anordnung der Markstrahlen hervorgerufene Querstreifungen sichtbar. In allen Ansichten zeigt die Lupe die Gefäße durch dunklen Inhalt mehr oder weniger verstopft.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 72): Gefäße zu 9—12 je 1 qmm, einzeln oder zu 2—6 in Radialreihen oder rundlichen Gruppen, 0,07 bis 0,16 mm weit. Gefäßwände mit querovalen Hoftüpfeln besetzt. Markstrahlen in

gleichmäßigen Querzonen, etwa 10 auf ein Millimeter, meist 2—3 Zellen breit und 0,13—0,25 mm hoch, einzelne auch doppelt so hoch und höher, wenige nur einschichtig. Markstrahlzellen 8—16 μ hoch, 5—14 μ breit. Holzfasern bilden die Grundmasse, sie sind dickwandig, von ungleicher Form und Größe im Querschnitt. Holzparenchym reichlich, in zwei- bis mehrschichtigen von den Gefäßen durchsetzten Querzonen. Kristallkammern zahlreich.

Beschaffenheit: Sehr dicht, hart, schwer, im Wasser sinkend, schwer- und uneben spaltend.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,644—0,688. Lufttrockengewicht: 540,4 bis 965,8 kg je 1 cbm [nach Boulger (100)]. Stone hält diese Angabe für sehr zweifelhaft, weil sie sich wahrscheinlich nicht auf *Andira inermis* Kunth. bezieht.

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Holzfasern gebräunt, in den Gefäßen ein diese meist vollkommen ausfüllender gelber bis dunkelbrauner homogener in Alkohol unlöslicher Inhalt. In den Markstrahlen und Holzparenchymzellen gelbbraune oder schwach rötliche, in Alkohol lösliche, von Eisenchlorid schnell geschwärzte gelbbraune Massen.

Verwendung: Das Holz wurde früher in Brasilien beim Schiffsbau und in den englischen Docks als »Cabbage wood« verwandt. Gegenwärtig besonders in der Stock-, Schirm- und Werkzeugindustrie verarbeitet.

Bemerkungen: 1. Wilhelm (5, 72) bezeichnet die Abstammung der als »Rebhuhnholz«, »Partridge wood«, »Pheasant wood« benannten Hölzer von *Andira inermis* Kunth. als unsicher.

2. Nach Boulger (100) stammt das Partridge wood« von *Andira inermis* oder *A. Aubletii* ab. Nach ihm wird im nördlichen Australien der äußere Teil der Palme *Livistona inermis* R. Br. (»Cabbage-Palm«) mit »Partridge wood« benannt.

3. Über die Abstammung des »Partridge wood« herrscht Unsicherheit zwischen den einzelnen Autoren. Nach Stone entspricht das Holz von *Andira inermis* nicht dem »Partridge wood« des englischen Handels. Gegensätzlicher Meinung sind Boulger (s. Bemerk. 2) und Laris (101). Letzterer gibt an, daß »Partridge wood« in runden Blöcken von 2—4 m Länge und 0,60 m Stärke nach Deutschland aus Brasilien, Jamaika und Venezuela zur Einfuhr gelangt.

Nach Holzapfel (102) wird das Holz in großen breiten Planken, oder in runden oder quadratischen Blöcken eingeführt und je nach seiner Farbe als »rotes«, »braunes«, »schwarzes« und »süßes« (»sweet«) Partridge bezeichnet.

4. Nach Semler (12) werden unterschieden »Angelim de pedra«, »Angelim amargoso«, »Angelim vermelho«, »Angelim verzea«. Diese Bezeichnungen dürften sich vielleicht auf Benennungen einer nicht näher bestimmten Vouacapoua-Art beziehen.

5. Die Bezeichnung »Rebhuhnholz« führen auch Nutzhölzer anderer Art, welche eine vogelfederähnliche Zeichnung aufweisen, so z. B. *Swartzia tomentosa* D.C. und das »Letternholz« (siehe Nr. 53).

6. Nach Plasschaert (103) wird in Surinam *Andira inermis* Kunth. mit »Bruinhart« oder »König der Holzarten« bezeichnet. Verfasser beschreibt das Holz als ein sehr schönes und schweres von großer Dauerhaftigkeit. In Cayenne führt es den Namen »Incorruptible«. Das Holz ist in ziemlich reichlicher Menge erhältlich, so daß es als Möbelholz ohne große Mühe beschafft werden kann.

Nach dem angegebenen spez. Lufttrockengewicht: 0,980, dem Bruchmodulus: 1350 kg je 1 qcm, der Proportionalitätsgrenze: 900 kg je 1 qcm und dem Elastizitätsmodulus: 200 kg je 1 cbm scheint dieses Holz sich nicht auf *Andira inermis*, sondern auf *Vouacapoua americana* Aubl. zu beziehen.

109. Bocoholz.

Stammpflanze und Familie: *Inocarpus edulis* Aubl. — Leguminosae-Papilionatae.

Botanische Synonyme: *Bocoa edulis* Aubl., *B. provacensis* Aubl.

Nomenklatur: »Cocoholz« (nicht zu verwechseln mit dem »Cocos- oder Cocus-Holz«), »Eta-balli«.

Heimat: Großer Baum Guayanas.

Holzcharakteristik (5, 74; 100): Holz zerstreutporig mit isabellgelbem Splint und braunschwarzem bis tiefschwarzem, sehr unregelmäßig begrenztem Kern. Auf dem Hirnflächenschnitt zahlreiche,

helle, die Gefäße enthaltende Pünktchen, die sich einander bald nähern, bald bis zu 4 mm voneinander entfernt stehen. Das Holzparenchym verläuft in oft vielfach unterbrochenen, hellen Querreihen, mit denen einzelne dunklere Querzonen (Grenzen von Jahresringen?) abwechseln. Markstrahlen meist erst unter der Lupe kenntlich, ungefähr 60—70 auf 5 mm. Der Holzlängsschnitt zeigt ziemlich grobe Längsfurchen und ungewöhnlich deutlichen stockwerkartigen Aufbau, der sich an einer höchst regelmäßigen, feinwelligen Querstreifung zu erkennen gibt. Diese Querstreifung wird auf den Tangentialflächen durch Querreihen der unter der Lupe als feine, gleich hohe Strichelchen erscheinenden Markstrahlen und mit diesen abwechselnde Tüpfelzonen der Fasern hervorgerufen. Auf der Radialfläche wird die Querstreifung hauptsächlich durch die regelmäßige Anordnung und gleiche Höhe der Markstrahlen bewirkt. Von diesen liegen auf der Radialfläche durchschnittlich 29 Reihen auf 1 cm.

Anatomische Holzcharakteristik (5,74; 39,3; 106; 107): Gefäße zerstreut, meist einzeln, seltener zu 2—3 in Radialreihen, 0,11—0,17 mm weit, Gefäßwände kleingetüpfelt. Markstrahlen von außerordentlicher Regelmäßigkeit, 13 bis 18 Zellen (etwa 0,03 mm) hoch, meist zwei, seltener 1—3 Zellen breit, sehr regelmäßig in Querzonen geordnet, die 20—61 μ voneinander entfernt sind und mit auffälligen, 2—6fachen Tüpfelreihen der Holzfasern abwechseln. Den Markstrahlzellen entspricht die Länge der Gefäßglieder des Holzkörpers. Radialreihen größerer, dickwandiger Zellen mit solchen kleinerer abwechselnd. Holzparenchym in unregelmäßigen unzusammenhängenden Querstreifen, meist in einfacher Schicht um die Gefäße herumlaufend, außerdem in konzentrischen, ein- bis dreischichtigen Querzonen. Holzparenchymzellen im Mittel 25 μ weit und 88 μ hoch. Kristallkammern häufiger.

Beschaffenheit: Sehr hart, dicht, schwer, gut und glatt spaltbar, gut zu bearbeiten und zu polieren.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,706—1,234 [nach Boulger (100)].

Inhaltsstoffe: In allen Elementen des Kernholzes brauner Inhalt.

Verwendung: Zu Möbeln, in der Kunsttischlerei und Drechslerei, für Spazierstöcke und Holzschnitzarbeiten.

Bemerkung: Das »Bocoholz« kommt in 6—15 m langen und 0,3—0,45 m dicken Blöcken in den Handel. Nach Laris (101; 108) soll das Holz in kleinen, ausschließlich aus Kernholz bestehenden Blöcken von 5—10 cm Durchmesser, nach Printz (105) in starken Dimensionen an den europäischen Markt kommen.

110. Holz des Goldregens.

Stammpflanze und Familie: *Laburnum vulgare* Grieseb. — Leguminosae-Papilionatae.

Botanisches Synonym: *Cytisus laburnum* L.

Nomenklatur: »Gemeiner Goldregen«, »Bohnenbaum«, »Bohnenstrauch«, »Faux ebénier«, »False ebony«.

Heimat: Bis 7 m hoher Baumstrauch Süd- und Osteuropas. Als Zierbaum angepflanzt, nicht selten im Wald verwildert.

Holzcharakteristik (5,75; 6,15): Holz mehr oder minder deutlich ringporig, mit schmalem, nur 2—5 Jahresringe umfassendem Splint und gelbbraunem bis schokoladebraunem Kern. Auf dem Hirnflächenschnitt zahlreiche helle, wellige bis zickzackförmige wellige Querlinien innerhalb der Jahresringe, hierbei zierlich gezeichnet. Markstrahlen kenntlich. In Längsschnitten den Ulmenhölzern ähnlich, doch von feinerer Struktur und stärkerem Glanz.

Anatomische Holzcharakteristik (5,75): Frühholzgefäße (Ringporen) meist zu 3—5 vereinigt, 0,06 bis 0,25 mm weit, in zahlreichen, rundlichen oder quergedehnten Gruppen, in queren oder schrägen Zonen geordnet, mit Schraubleistchen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit elliptischen bis spaltenförmigen querporigen Hoftüpfeln besetzt. Markstrahlen meist 3—5 Zellen (0,05—0,10 mm) breit und 20—50 Zellen (0,2—1,0 mm) hoch, einzelne auch nur ein- bis zweischichtig und niedriger. Markstrahlzellen derbwandig, meist 4—12 μ hoch, die Kantenzellen und einzelne Randzellen zuweilen etwas größer. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, spärlich und winzig getüpfelt, häufig mit Gallertschicht.

Holzparenchym meist zweizellig. Ersatzzellen und gefäßähnliche Tracheiden (mit Schraubenleistchen) als Begleiter der Gefäße, in der Herbstgrenze, entsprechend den Gefäßgliedern, 0,10—0,14 mm lang, mit den Gefäßgliedern in Stockwerken geordnet.

Beschaffenheit: Schwerspaltig, ziemlich grobfaserig, nicht besonders dauerhaft, hart und schwer, sehr polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,69—0,81, im Durchschnitt 0,729 (nach Matthieu [55, 3]).

Inhaltsstoffe: Die Wände aller Zellen und Gefäße des Kernholzes gebräunt. Die Gefäße, wie auch viele Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms führen gelben bis braunen gerbstoffreichen Inhalt (104). Vgl. Abb. 10, *D*, 16, *C*.)

Verwendung: Das Holz dient als Material für feine Drechslerarbeiten, zur Herstellung von Maßstäben und musikalischen Instrumenten.

Bemerkung: Nach Printz (105) soll das Holz von *Cytisus alpinus* dem der obigen Art vorgezogen werden.

111. Holz des Schotendorns.

Stammpflanze und Familie: *Robinia pseudacacia* L. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Gemeiner Schotendorn«, »Gemeine Robinie«, »falsche Akazie«, »Locust«.

Heimat: Nordamerika; im größten Teile Europas vollständig eingebürgert.

Holzcharakteristik (2, 14; 5, 76; 6, 10): Ringporiges Holz mit schmalem, nur 2—5 Jahresringe umfassendem hellgelbem Splint und hellerem oder dunklerem, gelbbraunem, hie und da auch grünlichgelbem Kern. Hirnflächenschnitt mit kaum kenntlichen Markstrahlen, aber mit sehr deutlichen und hellen, dem Frühholz der Jahresringe entsprechenden Querzonen und zahlreichen groben, stellenweise zusammenfließenden, hellen Pünktchen. Die in diesen Zonen und Pünktchen liegenden Gefäße erscheinen nur im jüngsten Jahresring als Poren bzw. als Risse, sind in allen übrigen durch Füllzellen (Thyllen) vollständig verstopft; letztere sind im Lupenbild, namentlich auf Längsschnitten deutlich zu erkennen. Diese erscheinen in dunklerer Grundmasse als helle, im Splint weißliche Längsstreifen. Auf der Tangentialschnittfläche sind die Markstrahlen nur unter der Lupe als feine Striche zu erkennen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 76; 39, 2; 94): Gefäße im Frühholz der Jahresringe meist 0,16 bis 0,40 mm weit, einzeln, zu zwei bis drei vereinigt, im mittleren Teil der Jahresringe noch ziemlich weit, dann enger und zuweilen in im Querschnitt rundlichen bis quergedehnten Gruppen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen, Gefäßwände mit zahlreichen querspaltporigen Hoftüpfeln besetzt; die engeren Gefäße auch mit Schraubenleistchen. Die weiteren Gefäße aller Jahresringe, mit Ausnahme des jüngsten, von dünnwandigen Thyllen vollständig erfüllt (Abb. 12, 13*A*). Markstrahlen meist 3—5 Zellen breit und nicht über 40 Zellreihen (0,60 mm) hoch, wenige nur ein- bis zweischichtig. Markstrahlzellen ziemlich gleichförmig, im Tangentialschnitt rundlich, derbwandig, 8 bis 16 μ hoch, einzelne kristallhaltig. Holzparenchym meist zwei- bis vierzellig. Letzteres und Ersatzzellen bilden im Frühholz die Grundmasse. Besonders reichliches Holzparenchym in der Umgebung der Gefäße. Holzfasern bilden im Spätholz die Grundmasse, sie sind dickwandig, an den Enden lang ausgezogen, klein getüpfelt; manche dieser Holzfasern gehen erst aus anfangs Stärke führenden Holzparenchymfasern hervor. Kristallkammerzellen im Holzparenchym.

Beschaffenheit: Biegsam, elastisch, sehr fest, besitzt große Säulenfestigkeit, ist ziemlich hart, schwer, schwer aber schön spaltig, glänzend, zeigt nur geringe Neigung zum Schwinden, ist außerordentlich dauerhaft und brennkräftig, sowie gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,660. Grüngewicht: 927,4 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,700. Lufttrockengewicht: 767 kg je 1 cbm. Querschnittshärte (nach Büsgen): 10—70. Mittelschnitthärte: 40. Längsschnitthärte: 60 bis 70. Zugfestigkeit: beim Wirken der Kraft in der Faserrichtung auf 1 qcm Querschnitt (nach Karmarsch, Nörd-

linger usw.): 247—1880 kg (Grenzwerte), im Mittel 717 kg.

Inhaltsstoffe: Im Splintholz 0,55%, im Kernholz 0,54% Fett (94). Die Faserwände des Kernholzes sind gelblich. In den Zellen der Markstrahlen des Holzparenchyms und der Ersatzzellen gerbstoffreicher, rotbrauner Inhalt, der in Alkohol mehr oder weniger löslich ist. In manchen Fasern auch gelber Inhalt.

Verwendung: Ausgezeichnetes Wagner- und Geräteholz; namentlich das aus Amerika eingeführte Holz wird für Schiffsbau verwendet. Wertvolles Gruben- und Schwellenholz (infolge seiner Tragkraft steht das Holz unter den übrigen Grubenhölzern an erster Stelle). Außer sonstigen Verwendungen wird das Holz noch besonders zu Rebenpfählen, Motorwagen, Gerätestielen, Leitersprossen, Schiffs- und Schuhnägeln (»Shoe pegs«) gebraucht; auch bei der Drechslerei und Schnitzerei (Ruder, Rechen, Zinken) verarbeitet. Robinienspeichenholz soll die Zähigkeit und Festigkeit von Eichen- und Hickory-Speichen übertreffen. Als Furnier zeigt das Holz gestreifte Maserung.

Bemerkung: 1. Die Benennung »Locust« wird meist ohne Unterschied für *Robinia pseudacacia* und *Gleditschia triacantha* angewandt; erstere wird häufig mit »Yellow locust«, letztere mit »Honey locust« oder »Sweet locust« bezeichnet.

2. Der Schotendorn soll im 40. oder 50. Jahre das beste Holz liefern. Er gehört zu den anspruchsvollsten Holzarten hinsichtlich der Mineralstoffe und zu den anspruchslosesten hinsichtlich armer und dürrer Böden. Er hat die Fähigkeit, sich die Mineralstoffe auch unter schwierigen Umständen zu beschaffen. Große Bedeutung hat der Baum für die Aufforstung der europäischen Steppen von Ungarn und Rußland.

112. Vacapouholz.

Stammpflanze und Familie: *Andira excelsa* H. B. et K. — Leguminosae-Papilionatae.

Nomenklatur: »Brownheart«, »Wacapou«, »Wegabaholz«, »Braunherzholz«.

Holzcharakteristik (5, 73; 22): Holz sattbraun mit harter, hornartiger Grundmasse. Auf dem Hirnflächenschnitt derbe, helle, rhombische Fleckchen und wurmförmige Streifchen, welche schräggestellte, oft zickzackförmige Figuren bilden. Durch die Anordnung letzterer entstehen konzentrische, mehr oder weniger deutliche, hellere und dunklere Querzonen. Gefäße sind mit freiem Auge eben noch sichtbar, sie liegen als feine Poren in den helleren Fleckchen. Markstrahlen und einzelne sehr feine helle Querlinien sind erst im Lupenbild zu erkennen. Der Holzlängsschnitt erinnert an Palmhölzer (daher auch der Name: »Vacapou-Palme«). In der dunklen, dichten, etwas glänzenden Grundmasse liegen zahlreiche, helle, matte Längsstreifen. Durch diese erhält der Längsschnitt eine sehr auffällige, zierliche Zeichnung. In diesen Längsstreifen treten die Gefäße als sehr deutliche, quergegliederte Längsfurchen in Erscheinung. Das Holz ist durch die nicht in Stockwerken geordneten Markstrahlen auf der Radialfläche querstreifig, auf der Tangentialfläche unter der Lupe fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 73): Gefäße einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen, 0,11—0,23 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und sehr zahlreichen kleinen, kreisförmigen Hoftüpfeln, deren runde Poren mitunter in kurze, schräg ansteigende Schlitze münden. Holzparenchym sehr reichlich, in breiten vielschichtigen Massen von verschiedener Form und Ausdehnung um die Gefäße gelagert, seine Zellen in radialer Richtung 25—43 μ, in tangentialer bis 31 μ weit, meist 0,12 bis 0,30 mm hoch, dünnwandig, mit sehr kleinen, oft in Gruppen geordneten Tüpfeln auf den Radialflächen; anscheinend ohne Kristallkammern. Sehr dickwandige, höchst englumige Fasern als Grundmasse. Markstrahlen zerstreut, meist 2—3 Zellen breit und 0,16 bis 0,58 mm hoch, ihre Zellen 5—16 μ hoch und 5—11 μ breit (in den Parenchymzonen auch breiter), von mäßiger Wanddicke, gegen Gefäße dicht getüpfelt.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, im Wasser schnell sinkend. Gut und glatt spaltbar. Von aromatischem, an den des »Cedrelaholzes« erinnernden Duft. Sehr polierfähig.

Inhaltsstoffe: Wände der Fasern gebräunt; in vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms neben bräunlichem oder tiefer braunem, zum Teil in runden Tropfen ausgeschiedenem, in Alkohol größtenteils löslichem Inhalt auch farbloser, anscheinend fester, nach Alkoholzusatz zu homogenen, gelblichen, glänzenden Tropfen und Massen sich formend (nicht selten schon anfänglich in solchen vorhanden), die dann körnig werden und schließlich verschwinden. In den Gefäßen stellenweise brauner, in Alkohol nicht löslicher Kernstoff und ebensolcher auch in engen Zwischenzellräumen im Holzparenchym.

Verwendung: Das in Blöcken im Handel befindliche Holz wird hauptsächlich in der Stockindustrie verarbeitet.

Bemerkung: 1. Mit dem eben beschriebenen Holz hat ein anderes, ebenso verwandtes, nicht weniger hartes und schweres, aber duftloses und weit heller, in seiner Grundmasse licht gelbbraun gefärbtes, ab und zu von dunkelbraunen »Adern« unregelmäßig durchzogenes, große Ähnlichkeit. Es dürfte mit dem bei E. Hanausek erwähnten hellen Vacapouholz identisch sein. Es erinnert im Längsschnitt noch auffälliger als jenes an das Holz mancher Palmen und rechtfertigt so die Bezeichnung »Palmyraholz«, unter der es zur Untersuchung gelangte. Die hellen Pünktchen und Streifchen der Querschnittsfläche sind mehr quer gestellt als im dunklen Vacapouholz, das Holzparenchym ist noch reichlicher entwickelt, zeigt aber kleinere, etwas dickwandige, auf den Radialflächen gröber getüpfelte Zellen. Die radiale Weite dieser in regelmäßige Radialreihen geordneten Zellen beträgt bis 16 μ, die tangentiale bis 24 μ, die Höhe meist 0,10 bis 0,14 mm. Die Markstrahlen sind meist einschichtig, ihre Zellen in der Regel 8—14 μ hoch und 5—11 μ breit, in den Parenchymzonen auch bis 24 und 27 μ hoch, beziehentlich breit. Wo die Markstrahlen an Holzparenchym oder an Fasern vorbeiziehen, ähneln sie mehr denen des Tannenholzes; gegen Gefäße sind ihre Zellen, den kleinen Gefäßtüpfeln entsprechend, dicht getüpfelt. Faserwände gelblich (nur in den dunklen »Adern« lebhaft gelbbraun), Gefäße meist von lebhaft bräunlichgelbem, in Alkohol unlöslichem Inhalte erfüllt. Markstrahlen und Holzparenchym meist inhaltsleer, zwischen den Zellen des letzteren, in den erwähnten dunklen Zonen gelbbraun ausgefüllte, enge Zwischenzellräume. Ab und zu Kristallkammern.

2. Die Abstammung der bisher erwähnten, durch ihre Struktur so ausgezeichneten Hölzer von der nämlichen Baumgattung ist nicht unwahrscheinlich, ihre Bezeichnung, beziehentlich Unterscheidung als dunkles und helles »Vacapou« somit zulässig.

3. *Andira anthelmia* Vell. zeigt mit oben beschriebenem »Vacapouholze« sehr große Ähnlichkeit, besonders in äußerer Struktur, Härte und Schwere. Sie unterscheidet sich von diesem nur durch die an Größe wenig verschiedenen, etwa 0,18 bis 0,23 μ hohen, in sehr regelmäßige Stockwerke geordneten (zwei- bis dreischichtigen) Markstrahlen und mit diesen wechselnden Tüpfelzonen der Fasern.

4. Mit hellem Vacapouholz zeigt eine wie dieses gefärbte als »Andira vermifuga« bezeichnete Probe in Längsschnitten große Ähnlichkeit, doch sind die Parenchymzonen weit ansehnlicher, im Querschnitt zusammenhängend, die dunklen hornartigen welligen, vielfach unterbrochenen Querbinden der Faserschichten an Breite häufig übertreffend. Gefäße etwas ungleichmäßig verteilt, meist mit hellgelbem Kernstoff vollständig erfüllt. Fasern äußerst dickwandig, erscheinen im Querschnitt um den verschwindenden Lichtraum konzentrisch geschichtet. Holzparenchym kurzzellig. Kristallkammern anscheinend fehlend. Markstrahlen meist zwei- bis dreischichtig, manche einschichtig, alle kleinzellig, im Tangentialschnitt nicht in deutlichen Querreihen. Vorwiegend im Holzparenchym runde, gelbbraune Tropfen einer in Alkohol vollständig löslichen Substanz, die auch in Kalilauge rasch und gänzlich verschwindet, unter gleichzeitig eintretender Goldgelbfärbung aller Zell- und Gefäßwände. Beide Lösungsmittel greifen auch den Gefäßinhalt etwas an, lassen ihn aber zum größten Teil ungelöst.

113. Pockholz oder Lignum vitae.

Das »Pockholz« des Handels im allgemeinen oder das »Lignum vitae« stammt von den drei Gattungen *Guajacum* L., *Porlieria* Ruiz. et Pav. (Zygophyllaceae) und *Bulnesia* Gray (Burseraceae), deren Arten sich sowohl in bezug auf ihre Holzcharakteristik wie auf ihre technischen Eigenschaften voneinander unterscheiden. Die wichtigsten Arten der Gattung *Guajacum* L. sind (112):

a) *Guajacum officinale* L. »Echtes Pockholz«, »Franzosenholz«.

b) *Guajacum sanctum* L. »Bahama Lignum vitae.«

c) *Guajacum Coulteri* A. Gray »Echtes Lignum vitae.«

Diese Gattung ist über die Inseln und Küstengebiete des tropischen Nordamerika verbreitet und in Südamerika auf den nördlichen Küstensaum und die angrenzenden Inseln beschränkt. Die Hauptmasse des Holzes wird von Westindien (Kuba, Haiti, Dominikanische Republik, Jamaika [529], Bahamainseln) und von der Westküste (Nicaragua) geliefert.

Die wichtigsten Arten der Gattung *Porlieria* Ruiz et Pav. sind (112):

a) *Porlieria angustifolia* Gray. »Guajacon.«

b) *Porlieria hygrometrica.* »Guajacon«, »Turucasa«.

c) *Porlieria Lorentzii* Engl. »Guajacon blanco.«

Ihre Verbreitungsgebiete sind: Texas, Mexiko, Chile, Argentinien.

Die wichtigsten Arten der Gattung *Bulnesia* Gray sind (112):

a) *Bulnesia arborea* Engl. »Maracaibo-Pockholz«, »Vera-Pockholz«.

b) *Bulnesia retamo* (Gill.) Griseb. »Retama.«

c) *Bulnesia Sarmienti* Lorentz. »Palo Santo«, »Paraguay Lignum vitae«.

Die Gattung ist auf Südamerika beschränkt (Argentinien, Columbien, Venezuela, Paraguay).

a) *Guajacum officinale L.*

Nomenklatur: »Echtes Pockholz«, »Guajac«, »Franzosenholz«, »Lignum sanctum«, »Lignum vitae«, »Guajacan«, »Guajacan blanco«, »Guajacan negro«, »Palo santo«.

Heimat: Westindien, von der Insel St. Domingo, nördliche Küste Südamerikas, besonders Venezuela und Columbia. Längs der Küste von Britisch-Guayana kultiviert (113), Panama (114), Honduras (115).

Holzcharakteristik (5, 77; 6, 18; 112; 116): Holz an der entrindeten Oberfläche oft eigentümlich bogig bis wellig gestreift oder gefurcht. Splint gelblich. Kern grünlichbraun, konzentrisch dunkler gezont und so anscheinend Jahresringe aufweisend. Gefäße auf dem Hirnflächenschnitt für das freie Auge nur im inneren Splintholz als grüne Pünktchen erkenntlich, im äußeren Splint wie im Kern meist erst mit der Lupe sichtbar. Die Gefäße des äußeren Splints sind offen, die des Kerns durch schwarzgrünen Inhalt verstopft. Die weiteren Gefäße oft in Querreihen geordnet und dadurch Zuwachszonen andeutend. Der in konzentrischen Schichten entgegengesetzte schiefe Gefäß- und Holzfaserverlauf erzeugt besonders auf Radialschnittflächen einen oft sehr auffälligen, an Jahresringe erinnernden Wechsel dunkler, glatter, glänzender und heller rauher Zonen. Markstrahlen und die durch ihre Anordnung herbeigeführte sehr feine und dichte Querstreifung der Längsschnittfläche erst unter der Lupe deutlich. Auf dem Längsschnitt erscheinen im inneren Splint und im Kern die Gefäße schon mit bloßem Auge meist als dunkle, ab und zu auch weißliche Längsstreifen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 77): Gefäße meist einzeln, mehr oder weniger ungleichmäßig verteilt, so daß gefäßreichere mit gefäßärmeren bis gefäßlosen Querzonen abwechseln, durchschnittlich 17 je 1 qmm, 0,037—0,15 mm weit. Die Größe der Gefäße wechselt oft in einem Holzmuster beträchtlich, mitunter ist sie mehr gleichmäßig; die Maximalweite beträgt 0,18 mm diam. Je nach der Sorte können die Gefäße auch sehr klein sein, wie z. B. bei einer Probe eines Stückes von »Nicaragua-Pockholz«. Gefäße dickwandig mit zahlreichen sehr kleinen, kaum 3 μ breiten Hoftüpfeln. Die behöften Tüpfel zwischen benachbarten Gefäßen sind klein, sehr zahlreich und von rundem oder hexagonalem (?) Umriß. Die Tüpfel zwischen den Gefäßen und Markstrahlen sind ebenfalls klein und zahlreich,

aber nur zur Hälfte behöft. Die Gefäßsegmente einfach durchbrochen, meist 0,099—0,10 mm lang, ohne Thyllen, im Kernholz reichlich mit Harz angefüllt Markstrahlen zahlreich, etwa 21 auf 1 mm, im Tangentialschnitt in regelmäßigen, etwa 0,09 mm voneinander abstehenden Querreihen, deren Richtung den Faserverlauf oft schiefwinklig kreuzt. Meist einschichtig, nur 3—5 Zellagen (0,06—0,09 mm) oder 5—6 Zellagen hoch, entweder einschichtig oder im mittleren Teile 2 Zellen breit. Markstrahlzellen mäßig dickwandig, 5—10 μ hoch, 3—10 μ breit, zuweilen mit Kalziumoxalatkristallen. Fasertracheiden bilden die Grundmasse, sehr dickwandig, sehr klein, kurz, mit zahlreichen, schwachbehöften Tüpfeln versehen, dicht zusammengeschlossen. Holzparenchym nur spärlich, meist in der Umgebung der Gefäße, außerdem vereinzelt oder in kurzen Querreihen, hie und da auch in unregelmäßig langen Tangentiallinien oder in mehrere Zellen breiten konzentrischen, augenscheinlich die Wuchsringe begrenzenden Bändern.

Beschaffenheit: Sehr hart, sehr schwer, nicht spaltbar (die höchst unvollkommene Spaltbarkeit beruht auf dem schichtweise schiefen entgegengesetzten Faserverlauf [37,1], gespaltenes Holz hat infolgedessen zackige und splitterige Bruchflächen), sehr dauerhaft, sehr dicht, sehr zäh, hoch fetthaltig. Das Kernholz hat eigenartig duftenden Geruch.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,17—1,39. Aschengehalt des Kernholzes nach Gilg (116) 0,6%.

Inhaltsstoffe: Die Wände der Kernholzelemente sind hellbräunlich gelb. Im Innern der Gefäße und Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen brüchige, grünliche Massen von Guajakharz, dessen Gesamtmenge im Holz 22% beträgt (37, 1). Nach Angaben von Gilg (116) beträgt der Harzgehalt des Kernholzes nur 15%. Das Harz ist in Alkohol vollständig löslich, die Lösung färbt sich mit Chlorzinkjod schön blau, beim Überschuß des Reagens grün. Nach Behandlung mit Alkohol bleibt in den Markstrahlen und im Holzparenchym eine farblose, stark lichtbrechende Substanz in Klumpen und Tropfen zurück, die erst durch heißen Alkohol in Lösung geht, während sie bei Zusatz von Äther oder Chloroform schon bei gewöhnlicher Temperatur verschwindet. Setzt man nach Gilg (116) dem alkoholischen Harzauszug nach Verdunsten des Lösungsmittels Eisenchloridlösung hinzu, so erhält man eine intensiv blaue, bald verblassende, für das Guajakharz charakteristische Reaktion. Kalziumoxalat ist nur spärlich vorhanden. Weiteres über die Bestandteile des Holzes wie Saponin und Saponinsäure siehe Gilg (116) und Flückiger (37, 2).

Verwendung: Die wichtigste Verwendung des Pockholzes ist die für Maschinenlager, Zapfenlager, Lagerfutter, Spundringe und Futterlager der Schiffsschrauben (516). Bei letzterer Verwendung ist die Dauerhaftigkeit des Holzmaterials von ausschlaggebender Bedeutung, da durch den Einfluß des Seewassers die übliche Lagerung der Wellen in Bronze sehr schnell korrodiert wird. Die Dauer des Pockholzes ist hierbei dreimal so hoch wie die von Stahl oder Bronze, sie beträgt etwa zehn Jahre. Die Größe, Dichte und Zähigkeit des Holzes befähigt es, der ungeheuren Kraftbeanspruchung zu widerstehen, während der Fettgehalt als ein natürliches Schmiermittel wirkt, das die Reibung und Abnutzung der Teile verhindert. In neuerer Zeit wird das Pockholz stärker für Lagerscheiben und Wasserturbinen verarbeitet. Das Holz dient außerdem zur Anfertigung von Kegelkugeln, Schlägeln und Holzhämmern. Der bedeutendste Markt für Hammerholz ist England; für diesen Zweck werden kleine runde Stücke mit ziemlich dickem Splintholz bevorzugt, die nicht splittern und an den Enden nicht fasern. Ziemlich starke Verwendung findet das Pockholz zu Teleskopriemenscheiben, Friktionsscheiben, sowie für Lager der Seilführungen im Schiffsbau (»dead eye und bull eye«). Pockholz wird auch als Brennholz für Verbrennungen in Rostöfen benutzt. Es erzeugt eine starke Hitze und anhaltendes Feuer. Im allgemeinen wird es ferner zu Schablonen, Meißelblöcken, Uhrmacherblöcken, Mörsern, Pistillen, Bürstenrücken, hölzernen Zahnrädern, Feuerungsblöcken, für Wandsägen usw. verwandt. Siehe auch (515). Pockholz wurde in den Jahren 1878—1895 bei der Panamaeisenbahn als

Schwellenholz benutzt. Dieses Holz stammte von der Nordküste Columbiens von einer gewöhnlich »Lignum vitae« bezeichneten Varietät (*G. recina*), die jetzt »Black guajacum« benannt wird, zum Unterschiede von »Yellow guajacum«, einer Tecoma- oder Tabebuia-Art (Bignoniaceae). Die Dauer der Schwellen betrug etwa 30 Jahre. Gegenwärtig dürfte wohl kein Pockholz mehr zu Schwellen Verwendung finden, da das Material zu teuer ist.

Geschichtliches (5, 77): Das Pockholz kam zuerst durch die Spanier nach Europa, vermutlich schon gegen Ende des 15. Jahrhunderts und wurde hier zunächst als Heilmittel gegen den »morbus gallicus« schnell berühmt, und in zahlreichen Schriften als solches gepriesen, besonders von Ulrich von Hutten (117). Das gröbere Gefüge des Holzes und die Zacken der bei Spaltungsversuchen entstehenden Bruchflächen wurden als »Kämme« oder in der Sprache der Holzarbeiter als »widerburstige Schlissen« schon von Valero Scordus, dem berühmten Pharmakognosten des 16. Jahrhunderts, anschaulich beschrieben (37, 3). Oviedo, der im Jahre 1514 in Amerika landete, erwähnt das Pockholz unter dem Namen »Guayacan« als einheimisch (120). Diese Angabe dürfte sich durch die von Candido de Suza Brito (121), daß *Guajacum officinale* L. aus dem »Matto Grosso« von den Spaniern im Jahre 1508 in San Domingo eingeführt und hiernach dort für einheimisch betrachtet worden sei, hinfällig machen. Oviedo scheint von zwei Arten Kenntnis gehabt zu haben, von welchen er die eine in Espagnola (San Domingo) und in Nagranda (Nicaragua) fand und die andere auf der Insel Sanct Johan (Portorico), wo sie »Lignum sanctum« genannt wurde. Letztere Bezeichnung ist noch heute dort im Gebrauch und bezieht sich hauptsächlich auf das Holz von *Guajacum sanctum* L.

Bemerkungen: 1. Das echte »Lignum vitae« oder »Pockholz« des Handels kommt in Form von Bolzen und kurzen Blöcken von 0,60—3 m Länge und von 7,5 cm Durchmesser aufwärts in den Handel. Diese Blöcke sind gewöhnlich völlig oder teilweise berindet. Hierdurch können die verschiedenen Handelssorten leicht unterschieden werden. Das gewöhnliche dünne Splintholz kann, wenn die Blöcke lange Zeit auf dem Boden oder im Wasser gelegen haben, fehlen. Blöcke ohne Splintholz sind gewöhnlich als »Negerköpfe« (»Nigger heads«) bekannt, weil sie schwarz sind. Die Oberfläche ist derart rinnenförmig ausgehöhlt, daß der kreuz und quer verlaufende Faserverlauf frei liegt und wie geflochten und durcheinander gewebt aussieht. Die früher übliche Sitte, das Splintholz vor der Verschiffung zu entfernen (wenigstens bei einzelnen Holzarten) besteht kaum noch. Ein Behauen der Blöcke findet nur noch zur Beseitigung von Unregelmäßigkeiten statt. Durch monatelanges, mitunter jahrelanges Lagern in der Tropensonne neigen die Blöcke zum Reißen und werden besonders an den Blockenden ringrissig. Auch hierin unterscheiden sich die verschiedenen Sorten.

2. Das Splintholz und hie und da auch das Kernholz wird gern von Holzwürmern befallen. Eine der schwersten Schädigungen des Pockholzes ist jedoch die Kernfäule oder »doze«. Obwohl das Kernholz gefällt sehr dauerhaft ist, ist es im lebenden Baum leicht der Fäule unterworfen. Bei starker Nachfrage nach gesundem Holz wird in der Regel immer eine gewisse Menge von »dozey material« beigegeben.

3. Blöcke erster Qualität sind glatt, astknotenfrei, ohne Risse und Sprünge, »doze-« und wurmlöcherfrei, ohne oder mit sehr dünnem Splintholz, mit fein verflochtenem Faserverlauf und stark harzig.

4. Die Färbung des Kernholzes ist sehr veränderlich, die typische Färbung ist ein öliges Olivbraun, mit konzentrischen Lagen von abwechselnd hellerer und dunklerer Tönung. Die Blockenden zeigen häufig ein dunkelblaues oder grünes Kernholz infolge der Oxydation des Farbstoffes. Bei ofentrockenen Holzmustern verschwindet diese blaue oder grüne Färbung.

5. Im Handel werden verschiedene Sorten Pockholz unterschieden und gewöhnlich nach dem Namen des Herkunftslandes oder des Verschiffungshafens benannt (514). Die in Deutschland zum Verkauf gelangenden Sorten sind »Cuba«-, »City

St. Domingo«-, »Domingo«-, »Puerto Cabello«-, »Maracaibo«-, »Haiti«-, »Trinidad«-, »Venezuela«-, »Curacao«-, »Columbia«-, »Costarica«-, »Nicaragua«-, »Paraguay«-Pockholz u. a. m., welche mehr oder weniger in der Qualität und in den Dimensionen und im Wert wechseln. Das Paraguayholz stammt von *Bulnesia Sarmienti* L. (siehe Nr. 113, g u. B, I, 38), das Maracaibo-Pockholz von *Bulnesia arborea* Engl. (siehe Nr. 113, e u. B, I, 38). Die erstere wird weniger ihres Nutzholzwertes, als zur Ausnutzung des reichlichen Harzinhaltes an den Markt gebracht.

Der Handel unterscheidet auch sogenannte »echte oder legitime« und »unechte« Sorten. Zu ersteren gehören die »Pockhölzer« von Kuba, City St. Domingo, Jamaika, Puerto Caballo usw., zu den unechten (»wilden«) Sorten die des amerikanischen Festlandes sowie einzelner Inseln (98). Die wichtigsten Sorten des newyorker Marktes sind »Kuba«-»St. Domingo«-, »Jamaika«-, »Haiti«- und »Nicaragua«-, weniger häufige Sorten desselben Marktes »Bahama«-, »Mexiko«- und »südamerikanisches Pockholz«.

6. Holzmuster derselben Gegend und vornehmlich derselben Arten zeigen etwa ebensoviel Veränderlichkeiten in der Struktur, wie das Material der verschiedenen vom Handel unterschiedenen Sorten (112).

b) *Guajacum sanctum* L.

Botanisches Synonym: *G. multijugum* Stock., *G. verticale* A. Rich.

Nomenklatur: »Lignum vitae«, »Bahama lignum vitae«, »Vera amarilla«, »Bera«.

Heimat: Kleiner, immergrüner, bis 9 m hoch werdender Baum des südlichen Florida, des oberen Metacombe und der Lignum vitae Keys. Er kommt weniger häufig im unteren Metacombe und auf den Umbrella Keys (122) vor. Der Baum findet sich ferner in ganz Westindien und in Yucatan (114) und soll auch in Guatemala auftreten. Nach Flückiger (37) findet sich die Art im südlichen Florida, auf den Bahamainseln Key West, Kuba, San Domingo, Haiti, Portoriko und ist die Quelle des kleinen von Haiti und den Bahamainseln zur Verschiffung gelangenden »Lignum vitae«.

Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik und Beschaffenheit: Sie entspricht der des *G. officinale* L. (siehe a). Das Splintholz ist gewöhnlich dicker als das des echten Pockholzes.

Prüfung: Die Angaben des spez. Gewichtes schwanken, wahrscheinlich infolge des stärkeren oder geringeren Splintholzgehaltes der untersuchten Holzproben. Das spez. Ofentrockengewicht beträgt nach Sharples 0,9536—1,2736, im Durchschnitt 1,1432; nach Record (112) für Splintholz 1,090, für Kernholz 1,190. Die maximale Druckfestigkeit in der Längsrichtung beträgt 11,930—11,648 kg (nach Sharples). Diese Werte stehen etwas über denen des besten Hickoryholzes. Der Widerstand gegen Eindruck ist bei *G. sanctum* L. wohl am stärksten von allen Hölzern.

Inhaltsstoffe und Verwendung: Wie bei *G. officinale* L.

Bemerkungen: 1. Varietäten von *G. sanctum* L. finden sich auf Haiti, von denen eine ein großer Nutzholzbaum ist, der dort als »Bera« oder »Bastard Lignum vitae« benannt wird.

2. Das Holz von *G. sanctum* L. wird häufig nicht von dem des *G. officinale* L. unterschieden, daher kommt es, daß beide Hölzer vielfach die gleichen Handelsnamen führen.

Die verschiedenen Herkunftsgebiete des Pockholzes.

Nach Angaben New Yorker Holzhändler und Record (112).

1. Kuba. Die botanische Herkunft des »Kuba-Pockholzes« ist zum größeren Teile von *G. officinale* L., zum geringeren von *G. sanctum* L. Letztere Art ist lokal als »Guajacancillo« bekannt und zum Unterschied von *G. officinale* L., welches »Guajacan«, »Guajacan negro« oder »Palo santo« genannt wird. Das Kuba-Pockholz hat etwas über 20% Feuchtigkeitsgehalt, sein spez. Ofentrockengewicht beträgt 1,170. Die große Masse des Holzes wird von der Oriente-Provinz im östlichen Teil der Insel geliefert, und von San Diago aus verschifft. Nach Garrard Harris (118) sind nicht mehr als 4000 t in für die Holzgewinnung zugänglichen

Plätzen vorhanden. Der gesamte Vorrat steht in Gefahr völliger Ausrottung. Geringe Bestände befinden sich noch im westlichen Teile der Insel. Das Kuba-Pockholz wird als »Standard« wenigstens für die größeren Dimensionen betrachtet. Die Blöcke sind meist 1,20—2,40 m, mitunter bis 3 m lang, ihr Durchmesser wechselt von 15—60 cm, beträgt aber gewöhnlich nicht über 40 cm.

2. Jamaika: Das Holz stammt von *Guajacum sanctum* L. und ist klein. Die Blöcke sind 0,60—2,40 m lang und meist 7,5—12,5 cm, sehr selten bis 25 cm dick. Der Splint ist breit, die Rinde glatt (wie bei Kuba-Blöcken). Das Holz wird für Herstellung von Hämmern stark angefordert und gilt in der Qualität für ebenso wertvoll wie Kubaholz (529).

3. Bahamainseln: Sie liefern Holz von *G. sanctum* L. Die Blöcke sind von geringerer Dimension und selten bis 12,5 cm dick. Es wird vorzugsweise für Hämmer gebraucht.

4. Portoriko: Portoriko-Pockholz stammt von *G. officinale* L. und von *G. sanctum* L. (119). Das Holz dieser Herkunft ist klein, aber von guter Qualität. Die Insel dürfte noch für mehrere Jahre Holzvorrat in kleinen Dimensionen besitzen.

5. Haiti: Ihr Pockholz stammt von den *Guajacum*-Arten bzw. von deren Varietäten, nicht von *Bulnesia*-Arten. Es kommt auf der ganzen Insel vor (118) und führt, weil es von Holzhändlern nicht für echtes Pockholz gehalten wird, häufig im Handel den Namen: »Bastard Lignum vitae«, »Vera« oder »Bera«. Die Blöcke sind 0,9—1,5 m lang und 10—35 cm dick. Die Rinde ist rauh mit feinen, teilweise schieferblaugrauen oder aschgrauen Schuppen besetzt, etwa der Rinde der »Pigrut Hickory« ähnlich. Das Splintholz ist gewöhnlich dick und der Faserverlauf weniger verschlungen als beim Kubaholz. Bei Verladungen findet sich in der Regel ein hoher Prozentsatz kernfaulen Holzes (112). Das spez. Ofentrockengewicht beträgt 1,300.

6. Dominikanische Republik: Sie liefert das echte Pockholz. Nur zuweilen finden sich bei der Verschiffung Blöcke der Bastard-Varietät. Die Handelsblöcke sind 0,60—0,90 m lang, meist 11 bis 25 cm, selten bis 40 cm dick.

7. Nicaragua: Die botanische Herkunft des »Nicaragua-Pockholzes« ist unsicher. Seine Rinde ist dünn, dunkelgrau, unregelmäßig fleckig, aber nicht glatt oder glänzend, zuweilen mit Grübchen bedeckt und grobkörnig. Es wird vielfach abfällig beurteilt, da es sehr zum Reißen und Spalten neigt. In Deutschland, Japan, China und den Vereinigten Staaten wird es jedoch nicht beanstandet. Die verschiedenartige Beurteilung hängt sehr wahrscheinlich von den Bearbeitungsmethoden ab. Die größten Blöcke sind 2,70 m lang und 0,9 m dick (124). Die gewöhnlichen Blöcke sind 1,20—2,40 m lang, 22—60 cm, meistens über 30 cm dick, gerade, glatt und zylindrisch, fehlerfrei, abgesehen von Endrissen, die aber nicht tief gehen. Das spez. Ofentrockengewicht beträgt: 1,320.

8. Mexiko: Dieses Land liefert geringe Pockholzmengen; aus dem nordwestlichen Teil des Landes stammende Stücke zeigen verschiedene Länge — bis 1,80 m — und sind 22—28 cm dick (112). Das »Mexiko-Pockholz« ist gekrümmt, knorrig, astholzig, ab und zu doppelkernig (von Stammgabelungen stammend) und in der Regel mehr oder weniger faulig. Das Splintholz ist sehr dick und weiß, der Kern klein, ölig und von guter Farbe. Seine botanische Abstammung kann zurzeit nicht einwandfrei festgestellt werden.

Ersatzhölzer für echtes Pockholz (112, 557).

1. *Xanthostemon verdugianus* Nav. (Myrtaceae). »Mancono«, »Philippine Lignum vitae«.

2. *Schinopsis Lorentzii* Engl. und *Sch. Balansae* Engl. (Anacardiaceae). »Red Lignum vitae«.

3. *Melanorrhoea usitata* Wall. (Anacardiaceae). »Indian Lignum vitae«, »Lignum vitae of — Pegu«. Die Bezeichnung »Indian lignum vitae« wird auch für das Holz des in einzelnen Teilen Indiens kultivierten *Guajacum officinale* L. gebraucht.

4. *Combretum truncatum.* (Combretaceae). »African Lignum vitae«.

5. *Acacia falcata* Willd. (Leguminosae).

6. *Myrtus semenoides* F. von Müll. (Myrtaceae).

7. *Eucalyptus polyanthema* Schau. (Myrtaceae).

8. *Phyllanthus Ferdinandi* Müll. (Euphorbiaceae).

9. *Vitex lignum-vitae* A. Cunn. (Verbenaceae).

10. *Dodonaea viscosa* L. (Sapindaceae).

Die Ersatzhölzer 5—10 führen namentlich den Handelsnamen »Australian lignum vitae« (112).

11. *Elaeocarpus Bancroftii* F. M. et B. (Tiliaceae).

12. *Geijera parviflora* Lindl. (Rutaceae).

13. *Eucalyptus Thozetiana* F. M. (Myrtaceae).

14. *Casuarina Cambagei* Bak. (Casuarinaceae).

Die Ersatzhölzer 11—14 sind als solche von Baker (125) bezeichnet.

15. *Metrosideros scandens* B. S. (Myrtaceae). Neuseeland.

16. *Ixora ferrea* Benth. (Rubiaceae). Britisch Guayana, »Hackia«, »Iron wood«, »West Indian Iron wood«, »Martinique iron wood«.

Letztere Benennungen werden nach Stone (126) auf eine Tabebuïa-Art bezogen.

17. *Tetraclinis articulata* Vahl. »Guayacil lignum vitae«.

18. *Caesalpinia melanocarpa* Grieseb. (Leguminoseae). Argentinien. »Guayacan«, »Guayakan«, »Guayacan negro«.

19. *Tecoma-* oder *Tabebuia*-Art (Bignoniaceae), Mexiko, Panama. »Yellow Guayacan«, Mexican lignum vitae«, »Guayacan polvillo«.

20. *Zollernia paraensis* Hub. (Leguminoseae), Brasilien. »Palo santo«, »Pao santo.«

21. *Calliandra portoricensis* B. H. (Leguminoseae). »Palo santo«, »Guayacan blanco«.

22. *Calophyllum inophyllum* L. (Guttiferae).

c) *Porlieria angustifolia* Gray.

Botanisches Synonym: *Guajacum angustifolia* Engl.

Nomenklatur: »Guayacan«.

Heimat: Kleiner, bis 9 m hoher Baum Nordamerikas (Texas, Mexiko).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich den Guajakhölzern. Die Gefäße sind jedoch weniger regelmäßig verteilt, die Markstrahlen sehr dünn und zahlreich. Das Kernholz ist gelblichbraun bis tiefdunkelbraun und geht an der Luft in Grün über. Das Splintholz ist hellgelb (122).

Beschaffenheit: Außerordentlich schwer, sehr hart, engfaserig, fast rund, schweißtreibend (122, 127).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,1101; Aschengehalt: 0,51.

Verwendung: Wie Pockholz im allgemeinen.

d) *Porlieria Lorentzii* Engl.

Nomenklatur: »Guajacan blanco«, »Chucarea« (128), »Cucharero«.

Heimat: Kleiner, bis 7,5 m hoher Baum der Steppen Argentiniens, sehr häufig in den Andenprovinzen.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich der des Pockholzes. Das Holz ist gelblich.

Beschaffenheit: Sehr dicht, hart, sehr fest und widerstandsfähig, von feiner Textur, sehr biegsam, stark glänzend und gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,110.

Verwendung: Sehr geschätzt für Stöcke, Peitschenstiele; in der Drechslerei, Holzschnitzerei und Tischlerei verwandt, besonders für Fensterrahmen, Türen und als Blindholz.

Bemerkung: Das Holz ist ein ziemlich guter Ersatz für Buchsbaumholz.

e) *Bulnesia arborea* Engl.

Botanische Synonyme: *Zygophyllum arboreum* Jacq.; *Guajacum arboreum* D. C.

Nomenklatur: »Echtes Veraholz«, »Vera amarillo«, »Vera blanca«, »Congo cypress«, »Maracaibo-Pockholz«.

Heimat: Bis 30 m hoch werdender Baum (131) der Küstenzonen von Kolumbia und Venezuela, sowie der nördlichen Gegenden Südamerikas von Cartagena bis Venezuela und Brasilien (6, 19; 46, 2; 122; 129).

Holzcharakteristik: Kernholz mehr oder weniger gestreift und gebändert, es wechselt in der Farbe von hellolivgrün bis schokoladebraun. Die Oberfläche des frischen Schnittes verwandelt

sich an der Luft und in der Sonne in dunkelgrün. Splintholz meist dünn, außen hellgelb, innen, nach dem Kern zu, fein gestreift infolge der Oxydation des Gefäßinhaltes in Grün. Im allgemeinen ist die Färbung heller als beim Guajakholz. Gefäßanordnung in gewöhnlich engeren Radialreihen und schrägen Reihen, welche nicht sehr stark zu Verzweigungen neigen, und eine zierlich geflammte Zeichnung hervorrufen. Die Gefäße selbst auf dem Querschnitt als kleine Pünktchen schwach kenntlich, auf dem Längsschnitt als schräg verlaufende Streifchen. Markstrahlen äußerst fein, in regelmäßigen Querzonen angeordnet, erzeugen auf der Tangentialfläche eine feine, erst unter der Lupe sichtbare Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (vgl. auch 5, 77, Anm.): Gefäße 0,03—0,08 mm weit. Markstrahlen zweischichtig, 5—6 Zellen hoch. Markstrahlzellen 7—10 μ hoch und oft kaum 3 μ breit. Fasertracheiden bilden die Grundmasse, dickwandig. Ersatzzellen meist in Kristallkammern geteilt, beschränken sich auf die Umgebung der Gefäße.

Beschaffenheit: Hart, schwer, sehr dauerhaft im Freien und im Boden. Da der Faserverlauf weniger verflochten ist, neigt es zu Teller- und Radialrissen. Nicht sehr widerstandsfähig gegen Abnutzung, da die Kristallmassen des Holzes wie sehr feiner, scharfer, harter Sand wirken. Sehr schwerspaltig. Spaltfläche sehr uneben und splitterig. Von mildem, nicht unangenehmem Geruch. Die technischen Eigenschaften decken sich mit denen des echten Pockholzes.

Prüfung: Spez. Ofentrockengewicht: 1,110—1,210 (112). Durchschnittliche Dichte: 1,140.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen, Markstrahlzellen und kristallfreien Ersatzzellen ein anfangs fast farbloses, allmählich schwarzgrün werdendes Harz, welches sich in Alkohol schnell und vollständig löst. Nach Fortlösung des Harzes verbleiben in einzelnen Gefäßen farblose, glänzende Massen von Kalziumcarbonat, die nach Zusatz von Salzsäure sich unter lebhafter Gasentwicklung lösen. Die Harzlösung färbt sich durch wenig Chlorzinkjodlösung schön blau, durch überschüssiges Reagens grün. Das Holz scheint auch Saponine zu enthalten, es gibt bei der Destillation 5—6% eines sehr angenehm duftenden, zur Verfälschung des Rosenöles benutzten ätherischen Öles (314).

Verwendung: Zu Zaunpfosten, Telegraphenstangen, Bauzwecken, Schwellen und schweren Konstruktionen. Im allgemeinen gilt es als Ersatz des echten Pockholzes, eignet sich aber wegen seiner abschleifenden Wirkung durch die zahlreichen Kristalle nicht zu Sternbüchsen von Schiffen und entsprechenden Verwendungen.

Bemerkungen: 1. Weil *Bulnesia arborea* Engl. früher auf eine Guajacum-Art bezogen wurde, sind widersprechende Angaben bezüglich des Verbreitungsgebietes dieser Gattung zu finden.

2. Franzisco Hernandez (133) erwähnt bereits diesen Baum, als in Neugranada (Kolumbia) vorkommend, unter dem Namen »Guayacan«. Er erwähnt seine großen Dolden mit gelben Blüten, während jene von *Guajacum officinale* Lin., dem »Hoaxacan« oder »Lignum sanctum«, blau seien (132).

3. Die Angaben, daß »Guayacan« und »Guajacan polvillo« auf *Bulnesia arborea* Engl. zu beziehen seien, daß das Holz von dunkelgrüner Farbe mit grünlichem Ton sei und fast pulverartigen Bruch besitze, sind irrig. Der Name »Guajacan polvillo« gehört zu Arten der Gattungen Tecoma oder Tabebuia (Bignoniaceae), und die pulverartige Natur der Bruchfläche bezieht sich auf das für diese Arten typische Lapachol.

4. *Bulnesia arborea* Engl. kommt in 2,4 bis 3,6 m langen und 35—50 cm dicken Blöcken auf den Markt. Diese sind glatt, gerade, zylindrisch und frei von Astknoten. Die Rinde dicker Stücke ist dunkelgrau, ziemlich glatt, mit länglichen Falten, die dünneren Stücke grünlichgrau, fein längsfurchig, rechtwinklig, mit zahlreichen feinen weißen Linien durchkreuzt.

5. Unter den Ruinen eines alten spanischen Forts an der Spitze der Araya-Halbinsel (Venezuela) wurde ein Pfahl aus Kernholz von *Buln. arborea* Engl. gefunden, der nach 300 Jahren noch völlig gesund war (112).

f) *Bulnesia retamo* (Gill.) Griseb

Nomenklatur: »Retama«, »Retamo«. (In Patagonien wird dieser Name »retamo« für *Lippia juncea* Sch. — Verbenaceae — gebraucht.)

Heimat: Besenartiger, bis 7,5 m hoch werdender Baum Argentiniens (128).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich der von *Bulnesia arborea* Engl. (siehe e). Das Splintholz ist gelblichweiß, der Kern dunkelgelblich mit Adern von tieferer Färbung.

Beschaffenheit: Hart, wie Eichen, schwer, sehr dauerhaft in Luft und Boden.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,017. Elastizitätsmodulus beim Biegen: 1053 kg je 1 qmm (Maximum) und 897 kg (im Mittel). Widerstand gegen Bruch beim Biegen 12,25 kg (Maximum), 7,50 kg (im Mittel).

Verwendung: Zur Möbelfabrikation, in der Drechslerei. Ausgezeichnetes Brennholz (134). Das Holz liefert eine vorzügliche Holzkohle.

g) *Bulnesia Sarmienti* Lor.

Nomenklatur: »Palo Santo« (in Patagonien wird dieser Name für *Flotowia diacanthoides* Less. gebraucht), »Paraguay lignum vitae«.

Heimat: 15—18 m hoher Baum Argentiniens und in Paraguay (135, 136).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Ähnlich dem Holze von *Bulnesia arborea* Engl. Splint schmal, hellfarbig. Kern gewöhnlich tiefbraun, häufig mehr oder weniger grünlich und zuweilen mit abwechselnden helleren und dunkleren Bändern. Die Poren sind klein, dickwandig, zahlreich in radialen Linien oder Gruppen angeordnet, zuweilen verteilt oder verzweigt, wie im Spätholz der Eichen.

Beschaffenheit: Sehr schwer, im Wasser sinkend, hart, fest, dauerhaft, von aromatischem, etwa wie Sandelholz duftendem Geruch.

Prüfung: Nach Record (112) beträgt das spez. Lufttrockengewicht: 1,210 (für Kernholz); 1,180 (für Stücke mit $^1/_5$ Splintholz); nach Castro (128): 1,216 bis 1,303. — Elastizitätsmodulus beim Biegen 988 kg (Maximum) und 872 kg (im Mittel). Widerstandskoeffizient gegen Bruch beim Biegen 14,67 kg (Maximum) und 10,81 kg (im Mittel).

Inhaltsstoffe: Im Kernholz guajakähnliches Harz, ferner geringe Mengen eines ätherischen Öles von aromatischem nach Rosen duftendem Geruch, der besonders stark beim Erhitzen auftritt. Dieses »Champaca-Öl« oder »Guajakholzöl« ist bis zu 6% im Kernholz enthalten.

Verwendung: Räucherholz, Brennholz, Fackelholz und zur Herstellung von allerlei Gebrauchsgegenständen benutzt, auch in der Drechslerei verwandt.

Unterscheidungsmerkmale der Hölzer der Gattungen Guajacum und Bulnesia (112).

a) *Guajacum.*

Poren: Unregelmäßig verteilt, meist kreisförmig oder oval, sehr oft veränderlich in der Größe, die größten zuweilen ohne Lupe sichtbar.

Holzparenchym: Paratracheal und metatracheal, auch oft terminal (begrenzend), in feinen unter der Lupe deutlichen Linien.

Markstrahlen: Meist einschichtig, zuweilen im mittleren Teile zweischichtig.

Kristalle: Im Holzparenchym und in den Markstrahlzellen nicht häufig.

Ätherisches Öl: Soweit bekannt nicht vorhanden.

b) *Bulnesia.*

Poren: In radialer Anordnung, meist von winkligem Umriß, klein, ziemlich gleichförmig groß, ohne Lupe nicht sichtbar.

Holzparenchym: Paratracheal und zerstreut unter der Lupe undeutlich.

Markstrahlen: Gewöhnlich zweischichtig, zuweilen im mittleren Teil dreischichtig.

Kristalle: Im Holzparenchym und in den Markstrahlzellen sehr reichlich.

Ätherisches Öl: Vorhanden, zum mindesten bei einer Art.

Gemeinsam haben die Hölzer beider Gattungen ihre große Dichte, die feine Textur und Querfaserung, ihr dunkelbraunes bis grünliches, öliges Aussehen und Gefühl. Im erwärmten Zustande sind sie von angenehm mild aromatischem Geruch, enthalten Guajakharz mit den charakteristischen Farbreaktionen. Ihre Wellenspuren oder Rippen sind sehr fein und gleichförmig und mit der Lupe sichtbar, im Durchschnitt etwa 250 auf je 2,5 cm Länge. Diese Wellenspuren fehlen gewöhnlich bei kleinen Zweigen des Herbarmaterials, ebenso fehlt der feine charakteristische Faserverlauf bei Zweigen und Stämmen, die weniger als 1 cm dick sind.

114. Westindisches Seidenholz.

Stammpflanze und Familie: *Fagara flava* (Vahl.) Krug et Urb. — Rutaceae.

Botanische Synonyme: *Zanthoxylum flavum* Vahl., *Z. scribrosum* Spreng.

Nomenklatur: »Westindisches Satinholz«, »Zitronenholz« (109) (Domingo), »Citronier« (108), »Yellow wood« »Atlasholz«.

Heimat: 3—9 m hoher Baum aus Westindien, hauptsächlich von Nassau und New Procidence (Bahamainseln), Bermuda, Jamaika, St. Domingo.

Holzcharakteristik (5, 78; 6, 16): Holz semmelfarbig bis braun, Splintholz heller, etwas mehr gräulich, im Querschnitt sehr deutliche, abwechselnd hellere und dunklere, jahresringähnliche Querzonen. Gefäße unter der Lupe sichtbar, gleichmäßig zerstreut, oft radiale Reihen bildend, als feine Poren und helle Pünktchen. Markstrahlen gut kenntlich. Längsschnittfläche fein nadelrissig und heller oder dunkler längsstreifig mit schönem Seidenglanz. Der Tangentiallängsschnitt zeigt keine Querstreifung, ist aber für das freie Auge sehr fein und dicht gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 78): Gefäße zahlreich, einzeln oder zu 2—4, auch bis zu 7 in Radialreihen, 0,04—0,12 mm weit, ziemlich dickwandig, mit kleinen, die Längswände dicht bedeckenden Hoftüpfeln. Markstrahlen etwa 4 auf 1 mm, auf der Tangentialfläche zerstreut, zwei- bis vierschichtig, 0,2—1,0 mm hoch. Markstrahlzellen 11—38 μ hoch, 3—8 μ breit, mäßig dickwandig, häufig Kristalle von Kalziumoxalat einschließend. Holzfasern bilden die Grundmasse, diese radial gereiht, mit kleinen spärlichen Tüpfeln. Holzparenchym nur an den Grenzen jahresringähnlicher ungleich breiter und ungleich deutlicher Querzonen, anscheinend den jeweiligen neuen Jahresring beginnend. Kristallkammern zahlreich.

Beschaffenheit: Hart, ziemlich schwer, dicht, gut zu polieren (110), geradfaserig wie Buxbaumholz, glattspaltig, aber zackig- und schwerspaltig. Das Holz besitzt einen an Kokosöl erinnernden Geruch, brennt gut mit ruhiger Flamme unter Ausscheiden eines roter Saftes. Das Holz ruft, wie verschiedene andere Atlashölzer des Handels (z. B. *Chloroxylon Swietenia* D. C.) bei der Verarbeitung Erkrankungen der Nase und der Rachenschleimhäute, sowie Kopfschmerzen, Atemlosigkeit, Hautjucken und Hautausschläge hervor (15, 3).

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen stellenweise gelber, homogener, in Alkohol meist nur teilweise löslicher Kernstoff, der den Wänden ansitzt oder in den Gefäßen in klumpigen, halbkugeligen Massen liegt. In vielen Markstrahlzellen farbloser bis schwach gelblicher, in Alkohol vollständig löslicher Inhalt.

Verwendung: Das meist in Blöcken von 30 cm Durchmesser (93) im Handel vorkommende Holz wird meist als Furnierholz in der Möbelindustrie und zur Herstellung von Bürstendeckeln, bei Einlegearbeiten und auch in der Drechslerei verwandt. Das kanariengelbe »San Domingoholz«, welches häufig durch Wurmfraß stark entwertet ist, wird für mittlere Möbel, das bessere »Portorikoholz« für feine Möbel verarbeitet. Die Verarbeitung des Holzes kann durchweg als schlecht bezeichnet werden, da sich die Werkzeuge sehr schnell abnutzen. Der in den Gefäßen befindliche ungelöste Kernstoff, welcher dem Arbeiter beim Hobeln wie Sand vorkommt, stumpft scharfe Schneiden sofort ab.

Bemerkungen: 1. Die Benennung »Westindian satinwood« wird in San Domingo auch für *Bucida capitata* Dow. (Combretaceae) = »Yellow sanders«, sowie für verschiedene unbestimmte Arten Brasiliens und Guayanas gebraucht.

2. Von obigem Holz werden verschiedene Sorten unterschieden: Das Jamaika-, Bermuda-, Bahama- oder St. Domingo-Satinholz. Nach Boulger (100) sollen die letztgenannten Sorten die besten sein, nach Wilhelm (5, 78) kommt die beste Sorte aus Portoriko.

3. Im allgemeinen sind die Satinhölzer schön geflammt, gestreift, gefladert oder gefleckt mit damastähnlichem Aussehen; besonders die Jamaikasorten sind von guter Farbe und Qualität. Das geflammte Holz wird als Furnier für hochwertiges Möbelmaterial und Vertäfelungen verarbeitet und erzielt sehr hohe Preise.

4. In den letzten Jahren wurde auch viel Wurzelholz von Portoriko ausgeführt, welches für Bürsten- und Spiegelrücken Verwendung findet.

5. Sehr lange Zeit gestapelte Blöcke neigen zu schweren Seitenrissen. Verarbeitetes Holz reißt nicht mehr und ist in dieser Hinsicht dem »Ostindischen Satinholz« (*Chloroxylon Swietenia*) überlegen.

6. Außer den verschiedenen Fagara- und Zanthoxylon-Arten und dem bereits erwähnten »Ostindischen Satinholz« liefern gewisse Rutaceen-Arten der Philippinen ebenfalls Satinholz, das aber nur geringe Dimensionen hat und deswegen nur vereinzelt im Handel vorkommt.

»Satiné«- oder »Feroliaholz« oder »Bois marbré« aus Guayana und Guadelupe stammt von *Ferolia guianensis* Aubl. und wahrscheinlich auch von *Ferolia variegata* Lam. [Rosaceae (108, 1)]. Ferner liefern Satinholz: *Maba buxifolia* Pers. (Ebenaceae), Vorderindien (111) und *Murreya paniculata* Jack. (Rutaceae).

7. In der Hauptsache wird im deutschen Holzhandel »Westindisches Satinholz« von höher bewertetem »Ostindischen Satinholz« unterschieden. Das Holz gelangt meist in 3—6 m langen, 20—50 cm starken, runden oder bearbeiteten Blöcken auf den Markt, woselbst das Holz nach Gewicht gehandelt wird. »Satin-Walnuß« siehe unter *Liquidambar styraciflua* L. und »Afrikanisches Seidenholz« siehe IV. Nr. 1.

115. Ostindisches Seidenholz.

Stammpflanze und Familie: *Chloroxylon Swietenia* A. D. C. — Rutaceae.

Botanisches Synonym: *Swietenia chloroxylon* Roxb.

Nomenklatur: »Ostindisches Seidenholz«, »Asiatisches Seidenholz«, »Atlasholz«, »Satinwood«, »Zitronenholz«, »Citronier«.

Heimat: 9—18 m hoher Baum der laubabwerfenden Wälder Vorderindiens, des Grenzgebietes des nördlichen Hanges der Satpura-Gebirgsküste. Auf Ceylon in der Trockenzone.

Holzcharakteristik (5, 79; 6, 17): Ist dem «Westindischen Seidenholz« ähnlich. Auf der Querschnittsfläche oft wie mit Mehl bestreut, desgleichen stellenweise im Radiallängsschnitt. Letzterer ist von tieferer Färbung und größerer Breite der dunkleren Streifen als der des westindischen Seidenholzes, während die Tangentialfläche unter der Lupe eine bei dem westindischen Seidenholze fehlende, feine, durch die Anordnung der Markstrahlen bedingte Querstreifung zeigt. Das Splintholz ist weißlich, das Kernholz nach Stone (6, 17) dunkelgelb bis dunkelbraun, nach Boulger (100) soll es hellorange und hübsch gemasert sein.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 79): Holz dem des »Westindischen Seidenholzes« ähnlich (siehe Nr. 114), aber die Markstrahlen zahlreicher (reichlich 5 auf 1 mm) und auf Tangentialschnitten in sehr regelmäßigen Querzonen angeordnet. Die Markstrahlen selbst 0,19—0,22 mm hoch und 3—5 Zellen breit. Markstrahlzellen 11—29 μ hoch und 5—15 μ breit, mäßig dickwandig; die Kantenzellen nicht selten höher und kürzer als die übrigen. Holzfasern dickwandig, reichlicher getüpfelt als die des »Westindischen Seidenholzes«, aber von gleicher Anordnung wie beim letzteren. Holzparenchym etwas reichlicher als beim «Westindischen Seidenholz«, jedoch von gleicher Anordnung.

Beschaffenheit: Hart, schwer, schwerer als »Westindisches Seidenholz«, im Wasser sinkend, weniger leicht und weniger glatt spaltend als »Westindisches Holz«, dicht, geradfaserig, gut zu polieren, dauerhaft, neigt zum Nachdunkeln und Reißen. Im trockenen Zustand geruchlos; Geschmack unangenehm. Das Holz soll in gleicher Weise wie das »Westindische Seidenholz« bei der Verarbeitung Hautkrankheiten hervorrufen.

Prüfung: Gewicht 783,5—1039,3 kg je 1 cbm (nach Stone).

Inhaltsstoffe: Wie beim »Westindischen Seidenholz«; außerdem treten oft rubinfarbene Harzgefäße oder Gummiadern auf.

Verwendung: Dieses, im Vergleich zum »Westindischen Seidenholz« weniger wertvolle Holz, wird meist als »Massivholz«, in seiner Heimat auch als Bauholz verwendet.

Bemerkungen: 1. Das »Ost-

indische Seidenwood« des Handels kommt ausschließlich von Ceylon. Seine Qualität und Dimensionen sind dem des indischen Holzes überlegen. Es wird gewöhnlich in Rundblöcken von 15—90 cm Durchmesser und von 1,80—7,0 m Länge eingeführt.

2. Die Blöcke neigen stark zu Rissen und zur Bildung von Gummiadern, von denen häufig die Risse ihren Ausgang nehmen. Auch sind die Blöcke häufig mit großen Bohrlöchern von etwa 0,6—2,5 cm Größe durchsetzt. Letztere beginnen direkt unter der Rinde und erstrecken sich 2,5 bis 7,5 cm in den Block einwärts; sie schädigen natürlich die Ausnutzung des Holzes beträchtlich.

116. Moaholz.

Stammpflanze und Familie: *Flindersia australis* R. Br. — Rutaceae.

Nomenklatur: »Moahholz«, »Native teak«, »Tallow wood«.

Heimat: Ansehnlicher Baum des tropischen Ostaustraliens.

Holzcharakteristik (5, 149): Holz von gleichmäßig lichter, ockergelber Färbung, etwa vom Ton des »Domingo-Seidenholzes« (siehe Nr. 114). Auf der Hirnfläche mit ziemlich gleichmäßig verteilten oder zum Teil auch in schräge Reihen gestellten hellen, für das freie Auge eben noch kenntlichen porösen Pünktchen; ferner mit zahlreichen, oft ziemlich derben hellen Querlinien in ungleichen Abständen und meist erst unter der Lupe sichtbaren Markstrahlen. Im Längsschnitt bilden die Gefäße deutliche Längsfurchen (unter der Lupe gegliedert glänzend und meist ohne auffälligen Inhalt), die Markstrahlen auf der Radialfläche sehr deutliche Querstreifen, auf der Tangentialfläche feine Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 149; 15): Gefäße teils einzeln, teils zu je 2—3 radial gereiht oder in Gruppen gestellt, 0,10—0,28 mm weit, etwa 3—4 auf 1 qmm. Die Tüpfelung der Gefäßwände besteht aus kleinen, meist dichtgedrängten, kreisrunden, oft kaum 0,004 mm breiten Hoftüpfeln mit elliptischen bis querspaltigen Poren, welche in Längswänden zwischen benachbarten Gefäßen gewöhnlich durch ungleich lange, teils quer, teils schräg verlaufende, enge Wandschlitze verbunden sind. Holzparenchym dünnwandig, an den Gefäßen und in ungleich weit voneinander abstehenden, meist zwei- bis drei-, stellenweise auch vier- bis fünfschichtigen Querzonen. Parenchymzellen rundlich, meist nicht abgeplattet, häufig mit größerem radialem Durchmesser, meist mehrmals höher als breit, ziemlich dünnwandig, auf den radialen Wandflächen gegen ihresgleichen mit quergedehnten Tüpfeln, gegen Gefäße die Tüpfelung dieser zeigend. Sehr dickwandige Fasern bilden die Grundmasse. Letztere im Querschnitt mit gewöhnlich engem, rundlichem Lichtraum, zum Teil radial gereiht und auf den Radialwänden sehr klein getüpfelt. Markstrahlen zahlreich; im Tangentialschnitt zwei- bis vierschichtig, nur einzelne kleine einschichtig, 0,31—0,94 mm, viele über 0,50 mm hoch. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt mehr oder weniger rundlich, 0,012—0,036 mm weit; die Endzellen nicht größer als die anderen. Alle Zellen ziemlich dünnwandig, im Radialschnitt liegend, auf den radialen Seitenwänden gegen ihresgleichen mit oft kreisrunden bis 0,008 mm weiten Tüpfeln besetzt, sonst ringsum klein getüpfelt.

Beschaffenheit: Hart, schwer (eben noch im Wasser schwimmend), sehr fest und zäh, schlecht und uneben spaltend. Harz- und ölhaltig und wohl aus diesem Grunde mitunter als »Tallow wood« bezeichnet.

Prüfung: Sägemehl färbt Wasser nicht, Alkohol dagegen schwach gelblich; nachträglicher Zusatz von Eisenchlorid wirkt nicht schwärzend (5, 149).

Inhaltsstoffe (5, 149): In den Gefäßen ockergelber, klumpiger und stückiger Inhalt, auch in Form wandständiger, nach innen vorgewölbter Tropfen, hell durchscheinend bis trüb feinkörnig. In vielen Gefäßen außerdem ungleich reichliche farblose Anhäufungen, einem dichten grauen, kristallinischen Gerinnsel vergleichbar. Bei stärkerer Ansammlung erscheint dieser unter der Lupe weißlich. Er ist in Alkohol und Äther nicht oder doch nicht vollständig löslich, dennoch hinterlassen in Alkohol gelegte Schnittchen nach dessen Abdunstung im Uhrschälchen reichlichen weißen Rückstand.

Die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms enthalten eine harzartige, farblose bis gelbliche Substanz in Tropfen und Klümpchen oder als oft einseitigen Wandbelag. Die Substanz ist homogen oder von Blasen und Bläschen durchsetzt, in Alkohol nur zum Teil, in Äther vollständig löslich. Kalilauge färbt die Wände aller Zellen und Gefäße vorübergehend gelb mit grünlichem Ton, ohne den Inhalt wesentlich zu verändern; Eisenchlorid schwärzt weder diesen noch die Wände. Das Holz enthält bis zu 2% das Alkaloid »Flindersin«. Dieses, sowie Öl und Harz des Holzes wirken nicht hautreizend (15).

Verwendung: Vortrefflich geeignet zur Herstellung des Deckbelages auf Kriegs- und Handelsschiffen, von Treppenstufen und Parkettböden; angeblich auch als Möbelholz verwendbar (17, 11).

Bemerkung: Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung dieses von Matthes und Schreiber den Meliaceen zugerechneten Holzes sind bei (15) mitgeteilt. Obiges Holz ist nicht identisch mit einem anderen dort (15) gleichfalls ausführlich besprochenen »Moahholze« oder »Edelteak« zweifelhafter botanischer Herkunft, welches Lapachol und Lapachonon enthält, hautreizend wirkt und dessen Anatomie Mikrophotogramme auf Tafel I veranschaulichen sollen.

117. Holz der Stachelesche.

Stammpflanze und Familie: *Xanthoxylum clava Herculis* L. — Rutaceae.

Botanische Synonyme: *X. americanum* Mill., *X. ramiflorum* Mich., *X. mite* Willd., *X. fraxineum* Willd.

Nomenklatur: »Zahnwehbaum«, »Prickly ash«, »Pepper wood«.

Heimat: Nordamerika (Vereinigte Staaten, südlich Virginien bis Florida, Golfstaaten, Louisiana, Arkansas und Texas).

Holzcharakteristik: Splintholz schmal, gelb. Kern gelblichbraun, Jahresringe mit bloßem Auge kenntlich, besonders deutlich bei Holzmustern aus der gemäßigten Zone, weniger scharf ausgeprägt bei Holz von Kuba und Florida. Frühholz durch eine einzelne Linie von Poren (Gefäßen) gekennzeichnet. Letztere durchschnittlich 0,1—0,15 diam. Frühholzgefäße gewöhnlich größer als die des Spätholzes.

Anatomische Holzcharakteristik: Spätholzgefäße 0,03 bis 0,1 mm diam., gleichmäßig zerstreut, zuweilen in Radialgruppen zu 2—4 angeordnet. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände behöft getüpfelt. Holzfasern bilden die Grundmasse des sekundären Holzes, 0,63—1,302 mm lang, im Durchschnitt 0,939 mm lang, einfach getüpfelt. Holzparenchym nicht sehr häufig, nur spärlich in der Nähe der Gefäße. In den Holzparenchymzellen stets kleine, einzelne Kalziumoxalatkristalle. Markstrahlen sehr schmal, ein- bis dreireihig.

Beschaffenheit: Mäßig schwer, hart, dichtfaserig.

Prüfung: Trockengewicht: 403,83 kg je 1 cbm.

Verwendung: Das Holz dient als Ersatz für den »Echten Fustik«. Die jungen Stämme werden unter dem Namen »Briar« für Spazierstöcke nach England importiert nach Boulger (100).

Bemerkung: 1. Linné hat unter *Xanthoxylum clava Herculis* verschiedene Pflanzen verstanden, von denen die eine, *X. fraxineum* Willd. im atlantischen Nordamerika, die andere *Fagara caroliniana* (Lam.) Engl. in Florida wächst.

2. Neben *X. clava Herculis* werden noch folgende Arten des subtropischen Florida und Westindiens als Ersatzhölzer für das »Echte Fustik«-Holz (*Chlorophora tinctoria* Gaud. (siehe Nr. 51) verwendet. *X. acuminatum* Swartz = »Espino«, *X. cribrosum* Spreng. [*Fagara flava* (Vahl.) Krug et Urb.] = »Satinwood«, *X. fagara* L. = »Wild Lime«, *X. ochroxylum* D. C. »Yellow wood«. In Westindien sind diese Hölzer unter dem allgemeinen Namen »Espino rubial« oder »Espino« oder als »Box yellow thorn« oder »Yellow Hercules club« bekannt. Diese liefern ein hartes, hellgelbliches Holz, welches ursprünglich dunkel ist, aber dem Lichte ausgesetzt, gelblich wird. Die anatomische Charakteristik dieser Arten entspricht der von *X. clava Herculis*.

118. Orangenbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Citrus aurantium* L. — Rutaceen.

Heimat: Indisch-malaiisches Florengebiet. In allen wärmeren Ländern kultiviert.

Holzcharakteristik (5, 179): Holz von heller Splintfärbung mit etwas gelblichem oder rötlichem Ton. Im Querschnitt zahlreiche, zum Teil grobwellig verlaufende helle Querbinden, die eine konzentrische, an Jahresringe erinnernde Zeichnung hervorrufen. Gefäße als helle Pünktchen kenntlich. Die Markstrahlen zum Teil schon mit freiem Auge sichtbar. Im Längsschnitt fein nadelrissig, im radialen dicht querstreifig, im tangentialen unter der Lupe feingestrichelt, auf beiden glanzlos.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 179): Gefäße im Querschnitt regellos verteilt, 0,04—0,11 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—3 und mehr (bis 5) radial gereiht, oder zu 3—4 in Gruppen. Solcher Einzelgefäße, Reihen oder Gruppen 8—16 auf 1 qmm. Hoftüpfel der Gefäße sehr klein, kaum 0,004 mm breit, einander meist nicht berührend, mit fast kreisrundem Hof und runder bis spaltenförmiger Pore. Die Poren benachbarter Tüpfel sind zu je 2—3 durch quer- oder schräggestellte Wandfurchen miteinander verbunden. Diese Tüpfelung erscheint gegen Markstrahlen oder Holzparenchym nicht abgeändert. Derb- bis dickwandige Fasern bilden die Grundmasse, im Querschnitt von ungleicher Form, Größe und Weite, die größeren weitlumigen in Radialreihen, zwischen denen die kleineren englumigen in mehr oder weniger regelmäßiger Lagerung eingeschoben erscheinen. Radialwände der Fasern mit kleinen, zahlreichen, schiefspaltenförmigen Tüpfeln besetzt. Diese Faserschichten werden in ungleichen Abständen von meist zwei- bis fünfschichtigen Querzonen ziemlich dünnwandigen und weitzelligen Holzparenchyms durchsetzt (solcher Querzonen etwa 6—7 auf 2 mm radialer Querschnittsbreite). Holzparenchym außerdem auch an den Gefäßen und vereinzelt zwischen den Fasern, hier meist Einzelkristalle von Kalziumoxalat einschließend, oft vierzellig, die Zellen ringsum klein- aber reichlich getüpfelt, an Gefäßen oft stark verbreitert. Kristallkammern mit großen plumpen Einzelkristallen (in Membrantaschen) häufig. Markstrahlen 14 bis 15 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist drei- bis vierschichtig (nur kleine zwei- bis einschichtig), 0,17 bis 0,60 mm hoch und 0,035—0,070 mm breit. Markstrahlzellen im Tangentialschnitte meist rund, 0,008—0,012 mm weit; die endständigen Zellen nicht größer; alle ziemlich dickwandig, im Radialschnitt liegend, ringsum mit zahlreichen kleinen Tüpfeln besetzt.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, ziemlich leicht- und glattspaltig.

Inhaltsstoffe: Die untersuchte Holzprobe zeigte eine Querreihe im Querschnitt runder, im Längsschnitt gangartiger Sekretlücken, mit hellgelbem, in Alkohol unlöslichem Inhalt. Sie erschienen aus Gefäßen bzw. Gefäßgruppen hervorgegangen. In manchen Gefäßen fand Wilhelm auch ockergelben oder ockerbraunen bis goldgelben Inhalt, in schmalen Pfropfen oder als massige Ausfüllung, teils trüb feinkörnig, teils klar durchscheinend und brüchig, in Alkohol nicht, in Kalilauge nur zum kleineren Teile löslich, von Salzsäure nicht angegriffen aber allmählich grün gefärbt, zwischen gekreuzten Nikols nicht aufleuchtend. Diese Substanz scheint von dem Inhalt jener Sekretlücken verschieden zu sein. Gerbstoffreaktionen versagten bei beiden. Markstrahlen und Holzparenchym waren allermeistens leer. Das Holz färbt Wasser wie Alkohol gelblich. Die Auszüge werden durch Eisenchlorid nicht geschwärzt

Bemerkung: Eine angeblich vom Zitronenbaume, *Citrus medica* L., herstammende, etwa rötlichhellbraune, glanzlose Holzprobe besitzt auf der Hirnfläche kaum kenntliche Gefäße meist in hellen Schrägstreifchen, deren Richtung in konzentrischen, jahresringähnlichen Querzonen wechselt, erst unter der Lupe deutliche Markstrahlen, im radialen Längsschnitt eine feine Nadelrissigkeit und feine Querstreifung, im tangentialen die Gefäßfurchen in hellen Längsstreifen und selbst mit der Lupe kaum sichtbare Markstrahlen. Das Mikroskop zeigt die Gefäße meist

einzeln und von größerem, 0,05—0,19 mm messendem radialen Durchmesser, auch gröber getüpfelt und ungleichmäßiger verteilt als die von *Citrus aurantium*, die weiteren nicht selten in Querzonen. Grundmasse wie dort, doch Holzparenchym spärlicher, ohne Kristallkammern. Markstrahlen etwa 20 auf 2 mm Querschnittsbreite, nur einschichtig und meist nicht über 15 Zellen (0,21 mm) hoch. Die Zugehörigkeit dieses Holzes zu irgendeiner Form von *Citrus medica* erscheint sehr zweifelhaft. Als »Zitronenholz«, Citronier, gehen im Handel übrigens auch die Seidenhölzer (siehe Nr. 114, 115), hauptsächlich das ostindische.

119. Simarubaholz.

Stammpflanze und Familie: *Simaruba amara* Aubl. — Simarubaceae.

Botanische Synonyme: *S. guianensis* Rich., *S. officinalis* D. C., *Picraena officinalis* Lindl., *Quassia simaruba* L.

Nomenklatur: »Simaruba«, »Marouba« (Brasilien), »Acajou blanc« (Guadelupe).

Heimat: Bis 20 m hoher Baum des nördlichen Brasiliens, Guayanas, Westindiens.

Holzcharakteristik: Dem »Echten Quassiaholz« sehr ähnlich (siehe Nr. 120). Holz weiß.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße gleichmäßig zerstreut, deutlich sichtbar, 1—16 je 1 qmm, meist zu zweien, hie und da zu dreien zusammenstehend oder selten in Gruppen bis zu 23 in dichten, ungleichmäßigen Anhäufungen. Gefäßinhalt fehlt. Markstrahlen weiß, schwach erkenntlich, gleichförmig, von gleichem Abstand (die Abstandsweite ist etwas geringer als die Porenweite der Gefäße). Ziemlich zahlreich, den Gefäßen ausbiegend, 5—6 je 1 mm. Die Jahresringgrenzen werden aus einreihigen kleinen Gefäßbändern oder lose gehäuften großen Zellen in weiten Zwischenräumen gebildet. Holzparenchym in Form konzentrischer flügelartiger Stücke oder häufig die Gefäßporen verbindend, auf großen Flächen fehlend. Libriformfasern bilden die Grundmasse, sehr schwammig und grob, in Radialreihen, die Fasern häufig so groß wie solche der Koniferen. Siehe auch Boas (482).

Beschaffenheit: Mäßig hart, bitterer Geschmack, reißt gern beim Trocknen, leicht zu bearbeiten, gegen Insekten beständig. Die Qualität ähnlich der des Kiefernholzes.

Prüfung: 367,76—479,68 kg je 1 cbm [nach Boulger (100)].

Inhaltsstoffe: Bitterstoff.

Verwendung: Als Möbelblindholz, für innere Bauzwecke und zu Flößen.

Bemerkung: Die Bezeichnung »Maroupa« oder »Simaruba« oder »Simaruba von Para« bezieht sich nicht auf *Simaruba amara* Aubl., sondern auf die Varietät *opaca* Engl. (137).

120. Echtes Quassiaholz.

Stammpflanze und Familie: *Quassia amara* L. f. — Simarubaceae.

Nomenklatur: »Fliegenholz«, »Bitterholz«, »Surinam-Bitterholz«, »Bittereschenholz«.

Heimat: Kleiner bis 5 m hoher Baum oder Strauch des nördlichen Teiles von Südamerika (Brasilien, Guayana, Kolumbien, Panama) und der Antillen. Es kommt aus Niederländisch-Guayana (Surinam) in berindeten, bis 10 cm starken Stamm- oder schwächeren Aststücken in den Handel.

Holzcharakteristik (5, 80; 116): Holz schmutzigweiß bis bräunlich. Auf dem glatten Hirnflächenschnitte zahlreiche hellere Pünktchen, in welchen die Gefäße als Poren mit freiem Auge kaum wahrnehmbar sind. Die Hirnfläche zeigt ferner in ziemlich gleichmäßig gerundeten Querlinien jahresringähnliche Zonen. Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar. Holzlängsschnitt fein nadelrissig. Mitunter veranlassen Pilzfäden eine feine blauschwarze Zeichnung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 80; 116; 139; 482): Gefäße selten einzeln, meist zu 2—5 in Gruppen, 0,03—0,09 mm weit (kleiner lumig als beim Jamaika-Bitterholze), dünnwandig, mit sehr zahlreichen kleinen Hoftüpfeln dicht besetzt. Markstrahlen zerstreut, fast stets einschichtig, selten auch zwei Zellen breit, 3—10, selten bis 20 Zellen (0,11 bis 0,50 mm) hoch. Markstrahlzellen 14—40 μ hoch, 14—19 μ breit, mit reichlicher klei-

ner Tüpfelung (namentlich auf den tangential gestellten Endflächen). Libriformfasern bilden die Grundmasse, ungleich in Form und Querschnittgröße, oft ziemlich weitlumig (besonders im mittleren Teile der Faser), dickerwandig als die des Jamaika-Bitterholzes, auf den radialen Wandflächen sehr klein getüpfelt. Holzparenchym hauptsächlich in der Umgebung der Gefäße, aus 14—40 μ weiten, ziemlich dünnwandigen Zellen zusammengesetzt oder in mehr oder weniger deutlichen, sehr schmalen, meist einschichtigen Querbändern verlaufend. Kalziumoxalatkristalle fehlen.

Beschaffenheit: Leicht, weich, ziemlich dicht, zähe, von reinem, anhaltend bitterem Geschmack (Quassiin).

Prüfung: Aschengehalt 3—4% (116).

Inhaltsstoffe: Bitterstoff (Quassiingehalt bis 0,15%), höher als beim Jamaikaholze). In manchen Gefäßen feinkörniger, gelblichbrauner Inhalt. Schnittpräparate unter Wasser farblos bis schwach gelblich. Der Bitterstoff ist in Alkohol, Wasser und Äther löslich, reagiert neutral, schmilzt beim Erhitzen und verbrennt an der Luft wie Harz. Er besitzt schwach narkotische Eigenschaften und ist für Insekten giftig. (S. Bitterstoffe Nr. 262.) Braunviolette Pilzfäden in Zellen und Gefäßen nicht selten.

Verwendung: Arzneimittel (Quassiatinktur), Bekämpfungsmittel pflanzlicher Parasiten und Insekten. In der Heimat des Baumes werden aus dem Holze Becher gefertigt, in welchen man über Nacht Wasser stehen läßt, um es Morgens Malariakranken zum Trinken zu geben.

Geschichte: Das den Eingeborenen Südamerikas seit alters her bekannte Holz wurde erst im Laufe des 18. Jahrhunderts in Europa eingeführt (116). Die Rinde gelangte zuerst 1730 nach Amsterdam.

Bemerkung: Die dünne, bis 2 mm dicke Rinde der eingeführten Schnittware ist gelblichbräunlich bis grau, spröde, auf der Innenfläche vielfach blauschwarz gefleckt.

121. Quassiaholz von Jamaika.

Stammpflanze und Familie: *Picrasma excelsa* (Swartz.) Planch. — Simarubaceae.

Botanisches Synonym: *Picraena excelsa* Lindl.

Nomenklatur: »Bitterholz« (von Jamaika), »Fliegenholz«, »Jamaika-Quassia«, »Bitter wood«, »Quinquina de Cayenne«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum der Uferwaldungen von Jamaika und der Kleinen Antillen (Westindien), Brasilien. Das Holz wird über Jamaika ausgeführt.

Holzcharakteristik (5, 81; 6, 20; 116; 482): Holz milchweiß bis gelblichweiß, schmutzigweiß, selbst bräunlichweiß. Hirnflächenschnitt mit zahlreichen hellen Pünktchen, in welchen die Gefäße liegen, die nur mit der Lupe gut erkennbar sind, letztere sind häufig zu längeren oder kürzeren, oft zickzackförmig aneinandergereihten Querstreifen verbunden, ferner konzentrische, jahrringähnliche helle Zonen. Im Längsschnitt bilden die Gefäße deutliche Furchen. Markstrahlen nur unter der Lupe gut erkennbar, fast gerade radial verlaufend, hell; sie zeigen auf der Tangentialfläche im Lupenbild eine feine Querstreifung. Schwacher Markzylinder vorhanden. Im Holzkörper häufig blauschwarze Flecken und Striche (hervorgerufen durch Pilzfäden).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 81; 116): Gefäße ziemlich gleichmäßig zerstreut, großlumig, 0,04 bis 0,15 mm weit, einzeln oder oft zu 2—5 in Gruppen, ziemlich dickwandig. Gefäßwände mit sehr kleinen, zahlreichen, dichtgedrängten Hoftüpfeln besetzt, deren schiefspaltenförmige Poren in schräg aufsteigende Rinnen münden, so daß die Gefäßwände eigentlich streifig erscheinen. Markstrahlen in wenig auffälligen Querreihen, seltener einschichtig, meist 2—5 Zellen breit, sehr ungleich hoch, und zwar in 4—40, meist 12—30 Zellagen (0,20 bis 0,70 mm, vereinzelt auch bis 1 mm). Markstrahlzellen 13—27 μ hoch, 7—13 μ breit, häufig mit Kalziumoxalatkristallen. Holzparenchym teils in ungleicher Menge in der Umgebung der Gefäße, teils in 2—6 schichtigen Querzonen, als tangentiale Holzparenchymbinden, welche auf dem Lupenbild den Eindruck von Jahresringen hervorrufen. In den Zellen häufig Kalziumoxalatkristalle (Kristallkammerfaser). Vereinzelt führen Holzparenchymzellen auch Kristallsand

(138). Libriformfasern bilden die Grundmasse des Holzes, dünnwandig, in ihrem Mittelteile ziemlich weitlumig, hier mit zahlreichen winzigen Tüpfeln besetzt, mit ihren verjüngten Enden oft sehr regelmäßig zwischen einander greifend.

Beschaffenheit: Weich, leicht, locker, aber von dichtem Gefüge, gut spaltbar, Spaltfläche glänzend, von stark bitterem Geschmack, geruchlos.

Prüfung: Trockengewicht 524 bis 560 kg je 1 cbm (nach Stone, Boulger). Aschengehalt bis 8% (116).

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalat, Bitterstoff (Picrasmin oder Quassiin 0,07 % s. Bitterstoffe Nr. 262). In einzelnen Gefäßen zuweilen gelblicher bis bräunlicher (116), den Längswänden halbkugelig anhaftender Inhalt. Wasser- und Alkohol lösung bleibt farblos.

Verwendung: Wie beim echten Quassiaholze, meist als Arzneimittel. Das Holz wird in Europa nicht technisch verarbeitet.

Geschichtliches (116): Medizinisch wurde Quassiaholz erst Anfang des 19. Jahrhunderts verwandt, früher da gegen schon technisch, z. B. in der Bierbrauerei.

Bemerkung (116): Die eingeführten Holzstücke haben eine bis 1 cm dicke, schwärzlichbraune, zähe, fest ansitzende Rinde, die auf der feinlängsstreifigen Innenseite blauschwarze Flecken zeigt (durch Pilze hervorgerufen).

122. Götterbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Ailanthus glandulosa* Defs. — Simarubaceae.

Nomenklatur: »The glandulous leaved Ailanto«, »Pajasan« (Rußland).

Heimat: Bis 18 m hoher Baum Japans und Chinas. In Mittel- und Südeuropa, in Indien und anderen Ländern ein beliebter Zierbaum.

Holzcharakteristik (2,15: 5,82): Holz ringporig. Splint frischgeschnitten weißlich bis gelblich, breit. Kern gelblichgrau, oft schön geadert. Gefäße im Frühholz ähnlich denen der Esche (daher zeigen alle Schnitte eschenholzartigen Charakter). Jahresringe meist breit, mit zahlreichen weiten Gefäßen beginnend, im Innern mit hellen, vielfach zu längeren oder kürzeren Querstreifchen zusammenfließenden Pünktchen. Markstrahlen auf Querschnitten sehr deutlich. Die Längsschnittflächen glänzend, mit gröberen gelben, auch feineren Längsfurchen (Gefäße). Die Radialfläche querstreifig, die Tangentialflächen fein längsgestrichelt. Der gewundene Verlauf der hellen Holzparenchymbänder und feinen Gefäßlinien im Spätholze erinnert an Ulmenholz, unterscheidet sich jedoch von diesem durch gröbere Zeichnung, die durchschnittlich breiteren Jahresringe, deutlichere Markstrahlen und gelblichgraue Kernfärbung. Mark bis 8 mm stark.

Anatomische Holzcharakteristik (5,82; 22,6): Frühholzgefäße meist einzeln, 0,17—0,25 mm weit, teils glattwandig, teils mit rundlichen, querovalporigen Hoftüpfeln besetzt. Spätholzgefäße einzeln, zu zweien oder vielen in rundlichen oder besonders im äußeren Teile der Jahresringe in quergedehnten Gruppen; in den äußersten Teilen oft von rechteckigem Querschnitte, enger als die Frühholzgefäße, entweder wie letztere getüpfelt oder mit Schraubenleistchen versehen. Markstrahlen meist 5—7 Zellen breit und über 20, selten bis 50 Zellen (0,45—1,00 mm) hoch, einzelne auch einschichtig. Markstrahlzellen nicht sehr dickwandig, reichlich getüpfelt, meist 8 bis 16 μ, die kantenständigen auch bis 32 μ hoch. Letztere im Radialschnitt kürzer als die übrigen. Holzfasern bilden die Grundmasse, sie sind ziemlich weitlumig und tragen kleine, schiefspaltenförmige Tüpfel auf den Radialwänden. Holzparenchym reichlich in der Umgebung der Gefäße. Tracheiden mit Schraubenleistchen begleiten die engeren Gefäße.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, etwas schwerspaltig, ziemlich biegsam. Gut bearbeitungsfähig, leicht zu hobeln und schön zu polieren. Im Trocknen dauerhaft; beständig gegen Witterungseinflüsse.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,562—0,679.

Inhaltsstoffe: In vielen Frühholzgefäßen und in den Gefäßen der äußeren Splintringe gelblicher, homogener, glasheller Inhalt, welcher der Wand anliegt oder den Innenraum ganz ausfüllt. Der

Inhalt ist in Alkohol unlöslich. Zell- und Gefäßwände farblos.

Verwendung: In seiner Heimat als Bau- und Werkholz. Bei uns in der Tischlerei und zur Herstellung von Galanteriewaren benutzt. Wegen der guten Polierfähigkeit sehr beliebt. Gutes Brennholz: liefert wertvolle Holzkohle.

Bemerkung: Der kurzlebige, bis 50 Jahre alt werdende Baum ist ungemein raschwüchsig und besitzt ein außerordentliches Stock- und Wurzelausschlagvermögen.

123. Irvingiaholz.

Stammpflanze und Familie: *Irvingia gabonensis* (Aubry, Lecomte) Boillon. — Simarubaceae.

Botanisches Synonym: *Irvingia Barteri* Hook. f.

Nomenklatur: »Wildes Mangobaumholz«, »Bwiba la mbale«, »Bwiba«, »Adeka«, »Biba«, »Oba«, »Borbor«, »Etue«.

Heimat: Mächtiger, bis 40 m hoher Baum der Regenwälder Westafrikas, von Französisch-Guinea bis Gabun (Kongobecken, Kamerun, Nigerien, Liberia, Goldküste), sehr häufig in gewissen Partien der Elfenbeinküste.

Holzcharakteristik (5, 83; 8: 9, 12; 10, 15): Holz hellgelb verwaschen oder gelblich bis hellrötlichgelb, auch rosaweiß (8) bis rötlichbraun. Splint und Kern nicht unterschieden. Auf dem glatten Hirnflächenschnitt ein an Jahresringbildung erinnernder Wechsel hellerer und dunklerer Querzonen, mit oft in schrägen Reihen geordneten zahlreichen hellen Pünktchen. In letzteren erst mit der Lupe deutlich erkennbare Poren (Gefäße). Die Lupe zeigt außerdem helle, in geringen Abständen gleichmäßig wellig verlaufende Querlinien, ungefähr 4—5 auf 1 mm radialer Breite, und sehr feine Markstrahlen. Holzlängsschnitt fein hellstreifig. Die tangentiale Längsfläche oft mit zierlich gezackter Zeichnung; unter der Lupe mit heller, durch die Markstrahlen bedingter Strichelung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 83): Gefäße regellos verteilt, meist einzeln, auch zu 2—3 in Radialreihen, seltener zu mehreren in Gruppen, 0,14—0,28 mm weit, Gefäßwände mit überwiegend kleinen, etwa 0,008 mm breiten, meist sehr dicht gestellten Tüpfeln besetzt, die einander gegenseitig abflachen und daher 5—6 seitig erscheinen. Tüpfelpore querelliptisch. Gefäßtüpfel gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen auch größer und rundlich. Holzfasern bilden die Grundmasse, äußerst dickwandig, im Querschnitt rundlich mit fast verschwindendem Lumen, auf den Radialwänden mit winzigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym in 1—3 schichtigen, bandartigen Querzonen. Die Mehrzahl dieser Querbänder trifft die Flanken von Gefäßen, setzt sich jenseits dieser ununterbrochen fort oder endigt blind in der Holzfasermasse; einzelne bleiben kurz und verlaufen nur in der Fasermasse. Holzparenchymzellen dünnwandig, weiter lumig gegen die Gefäße, oft mit auffällig weiter Tüpfelung. Markstrahlen im Tangentialschnitt schmal, meist zweischichtig, 0,17—1,23 mm hoch, nur vereinzelt einschichtig. Markstrahlzellen in der Tangentialfläche rundlich bis elliptisch, derbwandig, ziemlich klein, meist bis 0,020 mm hoch, die Endzellen langgestreckt, aber kürzer als die übrigen; zu den Gefäßen hin oft mit auffällig weiter Tüpfelung. Kristallkammern stellenweise reichlich.

Beschaffenheit: Zäh, schwer, sehr hart (härter als das australische Jarrah), dicht, von feiner Struktur, ziemlich schwer- und glattspaltig, schwer zu bearbeiten, leimt sich gut, schlecht zu polieren, biegsam (?). Es bricht in langen Splittern ab (140).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,951—0,980. Nach Chevalier (8) 0,978.

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen und in manchen des Holzparenchyms gelbbrauner, in Alkohol teilweise löslicher Inhalt. Der ungelöste Rückstand färbt sich mit Eisenchlorid schwarz. Wasser wird gelblich gefärbt.

Verwendung: Wegen seiner Härte weniger in der Tischlerei als in der Drechslerei und Holzschnitzerei verwandt. Es gilt als wertvolles Material für Straßenpflaster, Fußboden- und Treppenmaterial. Von Eingeborenen zu Axtstielen verarbeitet.

Bemerkungen: 1. Die harte, dichtfaserige Textur und die dadurch bedingte

kostspielige Bearbeitung beeinflußt den Preis des Holzes nachteilig.

2. Unwin, H. (36) trennt *Irvingia gabonensis* von *Irvingia Barteri*. Nach ihm führt die letztere Art in Kamerun die Namen: »Etue«, »Etu«, »Botuba«, »Bopala«.

124. Bosáoholz.

Stammpflanze und Familie: *Pachylobus edulis*. Don. — Burseraceae.

Nomenklatur: »Bosóholz«, »Bokuka«, »Assa«.

Heimat: Sehr hoher Baum des westafrikanischen tropischen Waldgebietes (Sierra Leone, Gabun, Liberien).

Holzcharakteristik (5,84; 9,13): Holz von dichter, gelblich-bis rötlichgrauer Färbung. Auf dem Hirnflächenschnitt ungleich deutliche, hellere und dunklere Querzonen, kaum kenntliche Gefäße, vorwiegend radial angeordnet, zarte, helle, wellige Querlinien in kleinen, sehr gleichmäßigen Abständen. Die etwas derberen Markstrahlen sind auf dem Hirnflächenschnitt erst unter der Lupe sichtbar. Der Längsschnitt ist glänzend, deutlich nadelrissig, durch die Markstrahlen auf dem Radiallängsschnitt länger oder kürzer quergestreift, auf dem Tangentialquerschnitt im Lupenbild fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 84): Gefäße 8—10 je 1 qmm, 0,035—0,175 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—10 in Radialreihen. Gefäßtüpfel klein, etwa 0,008 mm breit, dicht nebeneinander stehend, mit eckig abgeflachtem Hof und querelliptischer Pore; die Poren benachbarter Tüpfel münden zu zwei oder mehreren in gemeinsame Wandfurchen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, radial gereiht, derbwandig, an den englumigen Enden verschmälert, auf den Radialwänden mit winzigen, schiefspaltenförmigen Tüpfeln. Holzparenchym durchzieht die Grundmasse in ungleich langen Querbändern, von denen etwa 10—14 auf 2 mm radialer Breite entfallen und die überall an die Flanken von Gefäßen stoßen. Die Bänder sind ein- bis dreireihig, Holzparenchymzellen dünnwandig, gegen Gefäße mit großen, sonst aber kleinen, auf den Radialwänden meist in Gruppen geordneten Wandtüpfeln. Kristallkammern fehlen. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zwei- bis dreischichtig, 0,175—0,60 mm hoch, selten höher; manche einschichtig, einzelne nur 1—2 Zellen hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, an den Kanten der mehrschichtigen Markstrahlen, sowie in den einschichtigen und kleinsten 0,030—0,10 mm hoch, im Tangentialschnitt rundlich bis rechteckig bzw. zugeschärft, die übrigen hier rundlich bis elliptisch und nicht über 0,008—0,016 mm hoch und breit. In den Kantenzellen häufig Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Die Kantenzellen sind im Radialschnitt kurz bis quadratisch oder höher als breit, die Mittelzellen »liegend«, meist langgestreckt. Alle Markstrahlzellen reichlich getüpfelt. In den Zellen und Gefäßen kein Inhalt, die Wände farblos. (Eine stellenweise Rötung von Zellen- und Gefäßwänden, sowie das Auftreten roter Inhaltsstoffe in einzelnen Zellen ist auf Pilzinfektion zurückzuführen.)

Beschaffenheit: Ziemlich leicht, nicht sehr hart und schwer, uneben spaltend.

Verwendung: Das Holz kann als Mahagoni-Ersatz Verwendung finden.

125. Cedrelahölzer.

Die Gattung *Cedrela* L. (Meliaceae) liefert das allgemein bekannte, wilde oder unechte Zedernholz, im Gegensatz zu der echten Libanonzeder (*Cedrus libani* Barr.), die im Holzhandel jedoch nicht mehr vorkommt, und vor allem zu der Bleistiftceder [*Juniperus virginiana* L. — »Red Cedar« (Amerika)]. Zur Vermeidung von Verwechslungen ist es ratsam, das Holz der Gattung *Cedrela* L. als »Cedrelaholz« zu bezeichnen.

Die Gattung *Cedrela* L. umfaßt über zehn Arten im tropischen Amerika (ausschließlich der Arten der Gattung Toona, die zweckmäßig von *Cedrela* L. zu trennen ist [21, 2], deren spezifische Holzmerkmale noch wenig bekannt sind. Es ist daher schwierig, die Hölzer lediglich nach Holzproben auf eine bestimmte Art zu beziehen.

Die wichtigsten »Cedrelahölzer« sind, obwohl alle Arten der Gattung Nutzhölzer für den Handel liefern:

a) *Cedrela odorata* L. »Echtes Cedrelaholz«, »Westindisches Zedernholz« (Westindien, Zentralamerika, Südamerika).

b) *Cedrela brasiliensis* St. Hil. »Cedro«, »Cedro blanco« (Argentinien).

c) *Cedrela Glaziovii* C. D. C. »Cedro amargo« (Tropisch Amerika).

d) *Cedrela guianensis* A. Juss. »Acajou de la Guyane« (Guayana).

e) *Cedrela montana* var. *mexicana* Turcz. »Cedro dulce« (Tropisch Zentral- und Südamerika).

a) *Cedrela odorata* L.

Nomenklatur: »Cedrelaholz«, »Spanisches Zedernholz«, »Westindisches Zedernholz«, »Kuba-Zedernholz«, »Kistenzedernholz«, »Zuckerkistenholz«, »Acajou femelle« [letzterer Name zum Unterschiede von »Acajou mahagoni« oder dem »echten Acajou«, »Acajou mâle« (siehe auch Bemerkung 5).]

Heimat: Ein großer Baum Zentralamerikas (Honduras, Panama usw.), Südamerikas (Guayana, Brasilien), Westindiens (vor allem Kuba. — Es liefert das beliebteste Zedernholz), Portoriko und Mexiko.

Holzcharakteristik (5, 86): Holz heller oder dunkler zimtbraun bis rötlichbraun, mit schmalem, rötlichweißem Splint und zimtbraunem Kern. Auf dem Querschnitt zahlreiche, sehr große und sehr deutliche Gefäßporen und mehr oder minder auffallende helle, breite, jahresringähnliche Querzonen. In diesen liegen die Poren ringartig angeordnet, in einfacher Reihe ziemlich genähert. In den Zwischenstrecken ist der Gefäßdurchmesser kleiner, und die Gefäße selbst stehen etwas weiter auseinander. Im allgemeinen können die Wuchszonenringe ziemlich gleichmäßig, oder wie bei der Kubazeder, außerordentlich eng sein. Hier und da fehlt die Porenzone. Markstrahlen meist kenntlich, zahlreich, fein, nicht in stockwerkartiger Anordnung. Der Holzlängsschnitt lebhaft glänzend, der Länge nach grobgefurcht und in der Regel meist in ungleichen Abständen hell gestreift, durch die Markstrahlen auf der Radialfläche querstreifig, auf der Tangentialfläche sehr dicht und fein gestrichelt (gekörnelt).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 86): Gefäße einzeln oder zu zweien oder in kleinen Gruppen; 5 bis 15 Gruppen auf je 2 mm, 0,01—0,40 mm weit. Gefäßwände mit kleinen, kaum 0,008 mm breiten, runden und rundlich rhombisch querspaltporigen Hoftüpfeln oft dicht besetzt. Benachbarte Poren münden oft in gemeinsame Wandspalten. Gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abwechselnd getüpfelt. Markstrahlen meist 3—5 Zellen breit, 0,20 bis 0,50 mm, einzelne auch bis 0,75 mm hoch, manche schmäler bis einschichtig, letztere oft nur zwei Zellagen hoch. Markstrahlzellen dünnwandig, im Innern der Markstrahlen oft sechsseitig abgeflacht, mit zierlichem Tüpfelnetz auf den Tangentialwänden, 16—30 μ hoch, die endständigen vielfach 40—50 μ hoch. Im Radialschnitt erscheinen die endständigen Markstrahlzellen meist kürzer als die übrigen. In den Markstrahlzellen zuweilen Kalziumoxalatkristalle. Holzparenchym sehr reichlich, bildet die Grundmasse, dünnwandig, besonders in der Umgebung der Gefäße, hier 4—6 Zellen, sowie in mehr oder minder breiten Querzonen, meist 2—6 Zellen dick, auch verstreut zwischen den Holzfaserelementen. Die Holzparenchymzellen in radialer Richtung bis 60 μ breit und ungefähr ebenso hoch. Holzfasern bilden einen beträchtlichen Teil der Grundmasse, mäßig dickwandig, weitlumig, ungefächert, klein und spärlich getüpfelt. Der 16 bis 35 μ breite Mittelteil der Fasern erscheint auf Querschnitten oft in Radialreihen, die mit solchen der weit engeren Enden nächst höher oder tiefer stehender Fasern abwechseln. Dixon (142) beschreibt ein »*Cedrela-odorata*-Holz« aus Havanna folgendermaßen: Holz blaßrotbraun bis gräulichrot, glänzend, ohne Lichtspiel, Fasern und große Gefäße in deutlichen Zonen, letztere häufig mit dunklem Inhalt. Holzparenchymbänder in 2—15 mm Abstand mit dunklen Ablagerungen. Markstrahlen rot oder orangerot, sich deutlich gegen die braunen Holzfasern abhebend. Im Tangentiallängsschnitt sind die Markstrahlen ziemlich gleichmäßig groß, die Seiten derselben etwas gebogen und ausgebaucht, 40—50 auf 2 mm, der Rand scharf, abgestumpft, hie und da gabelförmig geteilt, die Breite der Markstrahlen auf 2 mm = 0,5—0,6 mm, durchschnittliche Höhe 0,3—0,5 mm, 2 bis 30 Zellen umfassend, durchschnittliche

Breite 0,04—0,06 mm, ein- bis fünfschichtig. Der Rand ein- oder zweizellig. In den Zellen häufig Kalziumoxalatkristalle. Das Holzparenchym bildet zahlreiche kurze lineare Reihen von etwa acht Zellen. Im Radiallängsschnitt sind die Fasern nicht gefächert, die Markstrahlränder setzen sich aus isodiametrischen oder horizontal verlängerten Zellen zusammen.

Beschaffenheit: Geradfaserig, gegen den Kern zu weich, leicht und ziemlich brüchig, leicht spaltbar, stark und angenehm aromatisch pfefferartig duftend, Textur und Zeichnung mahagoniähnlich, jedoch viel weicher als Mahagoniholz, Geschmack bitter. Das Holz bearbeitet sich leicht, schwindet nur mäßig und steht ausgezeichnet, wenn gut getrocknet. Das Holz ist gut biegsam und splittert beim Biegen nicht.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,440—0,560, nach Boulger 0,372 bis 0,664.

Inhaltsstoffe: Im Frühholz Harz. Wände der Zellen und Gefäße farblos bis rötlich oder bräunlich. In den Gefäßen, in vielen Fasern, besonders in deren Enden, in manchen Kristallkammern des Holzparenchyms lebhaft roter bis rotbrauner homogener Inhalt, der in Alkohol unlöslich ist. In vielen Markstrahlen ebenso gefärbter oder mehr gelbbrauner Inhalt, der oft von farblosen Tropfen oder Massen begleitet ist und sich in Alkohol teilweise löst. Durch Zusatz von Eisenchlorid färben sich Wände und Zellinhalte schwarzbraun. Hie und da treten Holzstücke auf, welche weite rundliche Lücken enthalten, die mit den Sekreten der Gefäße erfüllt und durch Auflösung des normalen Gewebes entstanden sind (22, 7).

Verwendung: Vornehmlich zu Zigarrenkisten. Dient vor allem zur Verpackung wertvollerer Zigarrensorten. Geschätztes Furnierholz bei Ausstattung von Jachten (wegen seines leichten Gewichtes), ferner zur Herstellung von Möbeln und Holzschnitzereien, Wandbekleidungen, besonders dann, wenn der aromatische Geruch zugleich einen Schutz gegen Insekten bilden soll. Gekrümmte Holzstücke werden im Eisenbahnwaggonbau und als Arme für Signalpfosten usw. benutzt; gemaserte Stücke sind mit Vorliebe für Kleiderschränke, Bücherschränke usw. gesucht. Hie und da findet das Holz auch in der Klavierfabrikation Verwendung. In der Heimat wurde es früher in ausgedehntem Maße für die Herstellung von Zuckerkisten (besonders in Kuba) und auch für den Hausbau gebraucht.

Statistik: Der gesamte Export an Cedrelaholz betrug im Jahre 1910 3 923 109 kg und stieg von den Jahren 1911—1913 von 4,5 Millionen bis auf etwas über 8 Millionen Kilogramm. Nicaragua führte im Jahre 1913 allein nach Deutschland 354 831 kg im Wert von 3946 Dollar aus, Costarica im Jahre 1913 Holz im Wert von 94 297 Dollar. Aus einem Geschäftsbericht der Holzmaklerfirma J. F. Müller & Sohn, Hamburg, aus dem Jahre 1920 geht hervor, daß, trotzdem die deutsche Zigarrenkistenindustrie den Verbrauch von Cedrelaholz in größerem Umfange noch nicht wieder aufgenommen hat, die gegen Schluß desselben Jahres eingeführten kleineren Holzpartien lebhaftes Interesse fanden. Nach Angabe derselben Firma wurde das Holz in geeigneten Abmessungen für Bootsbauzwecke ständig gebraucht, die Zufuhr betrug 552 Blöcke.

Bemerkungen: 1. Die Angabe, daß *Cedrela odorata* aus Venezuela (»Goma de cedro«) eine zu 25 % lösliches Gummi enthaltende Gummiart liefern soll, dürfte sich auf *Cedrela Glaziovii* C. D. C. beziehen.

2. Das »Cedrelaholz« eignet sich deswegen besonders für Zigarrenkisten, weil sein Geruch mit dem der Tabakblätter harmoniert und wegen seiner porösen Natur, welche einerseits die Feuchtigkeit frischer Zigarren entweichen läßt, andererseits den Zutritt der Luftfeuchtigkeit zu den Zigarren ermöglicht. Das in der Zigarrenindustrie häufige Bekleben bzw. Lackieren der Kisten unterbindet natürlich diese wertvollen Eigenschaften.

3. Das Holz bietet einen wirksamen Schutz gegen eine Insektenlarve, die trockene Tabakbündel mehrere Lagen tief durchbohrt. Selbst wenn die Larve bereits in Tabakblättern in einer aus »Cedrelaholz« gefertigten Kiste vorhanden ist, kommt sie nicht zur Entwicklung.

4. Das »Cedrelaholz« besitzt nicht die feine Textur und Faser des Mahagoni, weshalb es für Möbel feiner Art nicht so

beliebt ist. Es bestehen allerdings zwischen Mahagonihölzern und Cedrelahölzern manche Übergänge, so daß bald erstere als Zeder, bald letztere als Mahagoni in den Handel gebracht werden. Besonders mahagoniartige Hölzer der Westküsten Afrikas (wie *Pseudocedrela*) nähern sich stark dem Holz der mittelamerikanischen Zeder.

5. Je nach dem Herkunftsland unterscheidet der Holzhandel das echte Cedrelaholz in »Kuba-, Havanna-, Honduras-, Jamaika-, Costarica-, Mexiko- oder Trinidadzeder«.

b) *Cedrela brasiliensis* St. Hill.

Nomenklatur: »Cedro blanco«, »Cedro«, »Cedro colorado«.

Heimat: Bis 25 m hoher Baum Argentiniens und Brasiliens.

Holzcharakteristik (29): Holz gelblichweiß bis hellrot mit welligen helleren Streifen. Die rote Färbung hat vielfach verschiedene Abtönungen je nach der Herkunft. Das Holz hat nur geringen Splint und sehr starken Kern. Im übrigen wie *Cedrela odorata* L. (siehe a).

Anatomische Holzcharakteristik und Beschaffenheit: Sehr große Dauerhaftigkeit; sonst wie *Cedrela odorata* L. (siehe a).

Prüfung: Grüngewicht: 840 kg je 1 cbm, Lufttrockengewicht: 530—560 kg je 1 cbm, Elastizitätsmodulus: 580 bis 1122 kg je 1 qmm, Bruchkoeffizient: 5,56 bis 7,70 kg.

Verwendung: Vielfach als Ersatzzedernholz für Zigarrenkisten, Bilderrahmen, Holzschnitzereien, auch in der Möbelfabrikation gebraucht.

Bemerkungen: 1. In Brasilien kommen von dem Holz folgende Sorten vor (29):

C. brasiliensis
a) »Cedro amarello«, gelb.
b) »Cedro blanco«, weiß = »Cedro caopiuva«.

C. odorata Juss.
c) »Cedro vermelho«, rot = »Cedro batata«.

Diese Hölzer kommen in Blöcken von 10—12 m Länge und 0,80—1,20 m Durchmesser in den Handel.

2. In Argentinien werden folgende Sorten gehandelt:

a) »Cedro blanco« (Spez. Lufttrockengewicht: 0,65—0,840);
b) »Cedro colorado« (Spez. Lufttrockengewicht: 0,675—0,715);
c) »Cedro gaspeado« (Spez. Lufttrockengewicht: 0,540—0,690);
d) »Cedro macho« (Spez. Lufttrockengewicht: 0,610—0,739).

Unter »Cedro macho« wird in Argentinien auch das Holz von *Trichilia canjerana* Vel. gehandelt, sie führt auch die Handelsnamen »Canxarana« und »Chanchorana«. Dieses Holz ist identisch mit *Cabralea cangerana* Sald. aus Brasilien, wo es den Namen »Cangerana« führt.

3. Howard (93) erwähnt ein als »Paraguay Cedar« benanntes Holz, das sehr wahrscheinlich zu *C. brasiliensis* gehört. Es ähnelt in Textur und Geruch stark der mittelamerikanischen Cedrela, ist jedoch etwas härter, dunkler und röter.

4. Die südamerikanischen Cedrelahölzer, außer *Cedrela odorata*, unterscheiden sich von *C. brasiliensis* durch gröbere Struktur, dunklere, fast bläulichrote Farbe und schwächeren Zederngeruch.

5. Aus Kolumbien und Brasilien kommende Cedrelasorten unbekannter botanischer Herkunft besitzen häufig verhältnismäßig starken, für die Verarbeitung zu Zigarrenkisten ungeeigneten Harzgehalt.

c) *Cedrela Glaziovii* C. D. C.

Nomenklatur: »Cedro amargo«, »Cedro blanco«.

Heimat: Tropisches Amerika, Brasilien, Venezuela, Mexiko, Westindien. Eines der besten Hölzer des tropischen Amerika, welches einen bedeutenden Handelsartikel auf den Weltmärkten bildet. Es ist ein hartes, ziemlich widerstandsfähiges, leicht bearbeitbares, dauerhaftes Holz, mit einem spez. Lufttrockengewicht von 0,40—0,60. Es wird hauptsächlich in der Tischlerei für Möbel, Türen und Fenster verarbeitet. In seinen sonstigen Eigenschaften ähnelt es sehr stark der *Cedrela odorata* L. (siehe a).

d) *Cedrela guianensis* A. Juss.

Nomenklatur: »Acajou de la Guyane«.

Heimat: Häufiger Baum Guayanas. Das weiche, nicht sehr biegsame, aber dauerhafte Holz ist von sehr gleichmäßiger rötlicher Farbe und fleckenlos. Es

bearbeitet sich gut, ohne zu reißen, hat ein spez. Lufttrockengewicht von 0,577. Das Holz enthält Bitterstoffe und ist dadurch vor Insektenangriffen geschützt. Es gilt als termitensicher, ist ein sehr gesuchtes Furnierholz und wird in Europa für Zigarrenkisten verarbeitet. In seinen sonstigen Eigenschaften ähnelt es sehr der *Cedrela odorata* L. (siehe a).

Bemerkungen: 1. Als »Schwarzes Zedernholz« kommt aus Guayana ein angenehm riechendes braunes Holz, welches auf der Spaltfläche seidenartigen Glanz besitzt und dessen frischer Hirnflächenschnitt fettig aussieht. In den Markstrahlen führt dieses Holz eine schwarzbraune harzige Masse. Sehr wahrscheinlich stammt es von *Nectandra pisi* Miq.

2. Als sogenannte »Zeder« gilt auch das aus Guayana stammende »Carennaholz«, welches wohlriechend ist und große Dauerhaftigkeit besitzt. Sehr wahrscheinlich stammt dieses Holz von *Icica altissima,* einem riesigen Baum Guayanas aus der Familie der Balsaminaceen, welches nach Wiehe (98) neben Harz ein leichtes Holz hat, das im Handel unter dem Namen »Zedernholz« bekannt und wegen seines Harzgehaltes nicht gerade beliebt ist.

e) *Cedrela montana* var. *mexicana* Turcz.

Nomenklatur: »Cedro dulce«, »C. colorado z. T.« (Costarica).

Heimat: Großer Baum aus Venezuela, Costarica und Mexiko.

Das Holz ist sehr fein, wird für Türen und Kastenmöbel, in Europa als Bleistiftholz gebraucht. In seinen sonstigen Eigenschaften usw. steht es der *Cedrela odorata* L. sehr nahe (siehe a).

Zedernersatzhölzer.

Mit Ausnahme der zu den Nadelhölzern gehörenden echten Zedernholzsorten (siehe Nadelhölzer II, a) liefern noch folgende Arten sogenanntes »Zedernholz«:

1. *Bignonia leucoxylon* L. (Bignoniaceae) = »Weiße Zeder«, »Bastard-Guajacholz«, »Ebenholz der Antillen«.

2. *Icica altissima* Aubl. (Burseraceae) = »Guayana-Zeder«.

3. *Nectandra pisi* Miq. (Lauraceae) = »Schwarzes Zedernholz«.

4. *Guazuma ulmifolia* Desf. (Sterculiaceae) = »Jamaika-Zeder«.

5. *Toona spec.* (Meliaceae) = »Red cedar« (siehe Toona-Hölzer).

6. *Dysoxylum Muelleri* Benth. (Meliaceae) = »Red bean«, »Red Australian cedar«.

Anhang: Westafrikanisches Zedernholz: Von der westafrikanischen Küste gelangen verschiedene Hölzer zur Ausfuhr, die im Geruch und in anderen Eigenschaften der mittelamerikanischen Zeder ähneln. Die botanische Herkunft dieser afrikanischen Zedernsorten ist unbekannt, möglicherweise stammen sie von Arten der Gattung *Entandrophragma* (siehe Entandrophragmahölzer Nr. 126, VI, c, 5). Howard (93) beschreibt eine Sorte, die sich vor allen anderen durch große Ähnlichkeit mit der mittelamerikanischen Zeder auszeichnet. Das Holz ist von hellrötlichbrauner Farbe, etwas röter als Kubazeder, auch schwerer und fester. Das Holz zeigt im Querschnitt keine deutlich ausgeprägten Jahresringe, wenn auch dunklere Bänder, die Flächen in ringartige Zonen teilend, jedoch sind sehr zahlreiche feine, konzentrische zusammenhängende Linien mit bloßem Auge sichtbar, die rechtwinklig zu den Markstrahlen verlaufen. Die Gefäßöffnungen sind mit bloßem Auge zu erkennen, die Markstrahlen nicht. Das Holz gelangt in Blöcken von 3,6—9 m Länge und 0,5 bis 1 m Dicke in den Handel. Es ist entweder vierkantig behauen oder rund. Die Blöcke neigen im Kern zu Sternrissen, so daß es schwer ist, gesunde, breite Bretter zu erhalten, jedoch sind sie frei von den beim westafrikanischen Mahagoni so häufigen »cross-breaks«. Das Holz steht gut, ohne sich zu werfen oder zu drehen und ist im Preise billiger als amerikanische Zeder. Trotz seines höheren Gewichtes wird das afrikanische Holz in ausgedehnterem Maße als Zedernersatzholz verwendet. Fein gemaserte Furnierblöcke erzielen sehr hohe Preise, werden aber weniger günstig beurteilt als Mahagonifurniere, da die Bretter beim Trocknen gern aufreißen.

Dixon (142) beschreibt ein »African cedar« von unbekannter Abstammung und Herkunft. Das Holz ist braun, glänzend und mit Lichtspiel.

126. Mahagonihölzer.

(Echte Mahagonihölzer und Mahagoniersatzhölzer).

Unter der Bezeichnung »Mahagoni« werden die Hölzer von etwa 90 Baumarten gehandelt, die den verschiedensten Familien, Gattungen und Erdteilen angehören. Allein die Gattung *Swietenia* L. (Meliaceae) liefert das weltbekannte »echte Mahagoniholz«, von der folgende Arten »echten Mahagonis« botanisch unterschieden sind (141):

a) *Swietenia mahagoni* Jacq. = »Westindisches«, oder »Kubamahagoni« oder »Spanisches Mahagoni« (Westindien, Südspitze Floridas).

b) *Sw. Candollei* Pittier = »Venezuela-Mahagoni« (Nördl. Küste Südamerikas).

c) *Sw. macrophylla* King = »Honduras-Mahagoni« (südl. Mexiko und Britisch-Honduras).

d) *Sw. humilis* Zucc. = »Gateado« (Westküste Zentralamerikas, Mexiko).

e) *Sw. cirrhata* Blake (neuentdeckte Art des westl. Zentralamerika).

Eine Aufzählung der anderen, schlechtweg im Handel als »Mahagoni« bezeichneten Hölzer ist am Anfang jedes Abschnittes gegeben. Es soll damit ein Versuch gemacht werden, etwas Klarheit in den Wirrwarr der »Mahagonihölzer«, ihrer Abstammung und Herkunft zu schaffen. Solange nicht von Sammlern gleichzeitig mit Holzproben auch Blüte-, Blatt- und Fruchtbestimmungsmaterial beschafft wird, ist kaum eine völlige Klärung der Mahagonihölzer möglich. Dazu kommt, daß verschiedene Standortbedingungen das Holz gleicher Abstammung in Beziehung auf Aussehen, anatomische Beschaffenheit und physikalische Eigenschaften mehr oder weniger stark verändern; hierdurch wird die Verwirrung natürlich noch größer. Weiter erschwerend ist der Umstand, daß der Handel die Namen »aus Zweckmäßigkeitsgründen« bisweilen recht willkürlich von einer Holzart auf die andere überträgt, so daß unter einer Handelsbezeichnung öfters mehrere Arten gehen.

Wertvolle Arbeiten zur Klärung der Frage der Mahagonihölzer sind bereits geliefert worden, so vor allem von H. Harms (143, 145); A. Chevalier (8); H. Dixon (142); H. Unwin (146), ferner: (419, 437, 467, 505, 533) und anderen Autoren.

I. Allgemeines über die »Mahagoni-Hölzer« im weiteren Sinne.

Farbe: Sie wechselt von fast weiß bis dunkelbraun, zuweilen ist sie lohfarben, gelbbraun oder rosa, mitunter aschgrau.

Beschaffenheit: Die Hölzer sind teils dicht und schwer, teils leicht mit einem spez. Lufttrockengewicht von 0,340 bis 0,870; mitunter sind sie so weich, daß sie mit dem Fingernagel eingeritzt werden können.

Jahresringe: Diese sind entweder ausgesprochen oder fehlen gänzlich.

Holzdichte: Sie schwankt je nach Anzahl und Größe der Gefäße und nach Holzfaserwanddicke. Durch die gesteigerte Wanddicke der Faser kann Mahagoniholz hornighart werden. In diesem Falle schneidet es sich glatt und zeigt auf dem Querschnitt dichte glatte Zonen neben weicheren nicht glatten. Hierdurch wird Zonenbildung hervorgerufen, die mit solcher durch ringförmige Gefäßverteilung hie und da zusammen auftritt.

Größe der Gefäße: Diese ist sehr verschieden. Das »Lumbayao«- und »Kap Lopez-Mahagoni« besitzt den größten Gefäßdurchmesser von 0,45—0,50 mm, das »Turiballi-Mahagoni« und einige »Westindische Mahagonis« den kleinsten Durchmesser von 0,12—0,15 mm.

Markstrahlen: Sie wechseln in Beziehung auf Größe und Zahl bei den verschiedenen Mahagonihölzern und können im Durchschnitt 1,5 mm Höhe besitzen. Bei »Guatemala-Mahagoni« sind die Markstrahlen gewöhnlich nur eine Zelle breit, während sie bei »Afrikanischen Mahagonis« durchschnittlich 7 Zellen, selbst 8 oder 9 Zellen breit sein können.

Diese Strukturunterschiede haben in der Literatur zu mancher Verwirrung und zu den widersprechendsten Feststellungen bezüglich des anatomischen Charakters der »Mahagonis« Anlaß gegeben. So widersprechen sich die Angaben von Gamble (41), Stone (6), Marshal Ward (149), Boulger (100) and anderen Autoren. Wird der Begriff »Mahagoni« nicht enger gezogen, und die eingangs erwähnten

»Echten Mahagonihölzer« der Gattung »*Swietenia*« von den unechten oder Ersatzmahagonihölzern nicht getrennt, dann wird immer wieder neue Verwirrung entstehen. Es wird kaum möglich sein, die Bezeichnung »Mahagoni« des Handels für Hölzer, die hübsches Aussehen und schöne Zeichnung haben, die von rötlicher Färbung verschiedener Abtönungen sind, die sich leicht trocknen lassen ohne zu werfen und zu schwinden, auszumerzen. Erreichen läßt sich aber, daß mit Unterstützung des Holzhandels eine schlechtweg mit »Mahagoni« bezeichnete Holzart unter ihrem ursprünglichen Namen, mit dem Zusatz »Mahagoni-Ersatz« gehandelt wird.

II. Allgemeines über die Mahagonihölzer im engeren Sinn.

a) In makroskopischer Hinsicht:

1. Rötliche, verschieden abgetönte Farbe. Hierdurch fallen alle weißen und gelblichen Hölzer als »Mahagonihölzer« fort.

2. Vorhandensein der für das echte Mahagoni (siehe dieses) charakteristischen Maserung. Zeigen Mahagonihölzer Jahresringe oder Zonenbildung, dann tritt die Maserung besonders auf Tangentialschnitten deutlich hervor, und wird je nach der Menge des abgelagerten Kernstoffes durch hellere oder dunklere bis schwarze Holzparenchymbänder verstärkt.

3. Vorhandensein des »Lichtspieles«, besonders auf geglätteten radialen Längsschnittflächen. Dieses wichtige Charakteristikum wurde schon 1850 von Chaloner und Fleming (150) besonders für das echte »Westindische Mahagoni« hervorgehoben.

4. Neigung oder Kreuzung der Fasern. Besonders radiale Längsflächen zeigen nach dem Hobeln abwechselnd glatte und rauhe Streifen, eben als Folge des Faserverlaufes.

5. Schwere Spaltbarkeit und Beständigkeit gegen Reißen und Werfen als Folge des verschiedenen Faserverlaufes in den einzelnen Holzzonen.

6. Reihenweises Ineinandergreifen von Rücken und Furchen auf den radialen Spaltflächen, wodurch diese ein charakteristisches Aussehen bekommen.

b) In mikroskopischer Hinsicht:

1. Poren (Gefäße) auf dem Hirnflächenschnitte zerstreut, einzeln oder in kleineren Gruppen bis zu höchstens zehn, meist in Radalreihen angeordnet.

2. Holzparenchym als tangentiale Bänder in der Holzgrundmasse zerstreut oder in direkter Anlehnung an die Gefäße. Die Gefäße sind in eine dünne Schicht Holzparenchyms eingebettet.

3. Markstrahlen fein, ziemlich gleichförmig, gewöhnlich bis 1 mm, seltener 2 mm hoch und 1—9 Zellen breit.

III. Allgemeine Statistik der Mahagonihölzer.

Die Haupthandelsplätze Europas für Mahagoni sind Hamburg, London und Liverpool. Die Zufuhr an Mahagoni auf den deutschen Markt betrug im Jahre 1913 aus Mittelamerika etwa 6000 Tonnen, aus Afrika etwa 3000 Tonnen und 115 000 Tonnen »Okuméholz« als Mahagoniersatz. Nach einer Zusammenstellung der Firma J. F. Müller & Sohn (156) betrug die Einfuhr an Mahagoni und verwandten Hölzern in Deutschland durchschnittlich:

in den Jahren:

1856—1860	2 900 t
1861—1870	4 300 t
1871—1880	5 100 t
1881—1890	4 000 t
1891—1900	5 900 t
1901—1910	28 000 t
1911	99 700 t
1912	111 900 t
1913	155 000 t

von Ende Dezember 1921 an:

Amerikanisches Mahagoni:

aus Mexiko und Honduras .	610 cbm
„ Guatemala	290 cbm
„ Westindien	7 cbm

Afrikanisches Mahagoni:

aus Kongo	185 cbm
„ Sapeli	2772 cbm
„ Grand Bassam	874 cbm
„ Axim	428 cbm

Die Zufuhr und Durchfuhr von Mahagoni und mahagoniähnlichen Hölzern von Westafrika betrug etwa (156) im Jahre:

1901	in Liverpool	27 500 t	in Hamburg	4 500 t
1902	„ „	22 000 t	„ „	2 500 t
1903	„ „	42 000 t	„ „	7 000 t
1904	„ „	40 000 t	„ „	11 800 t
1905	„ „	40 000 t	„ „	11 800 t
1906	„ „	48 000 t	„ „	26 000 t
1907	„ „	56 000 t	„ „	41 500 t
1908	„ „	63 000 t	„ „	49 500 t
1909	„ „	35 000 t	„ „	36 000 t
1910	„ „	50 000 t	„ „	54 000 t
1911	„ „	47 000 t	„ „	96 500 t
1912	„ „	58 000 t	„ „	96 000 t
1913	„ „	78 000 t	„ „	155 000 t

Der amerikanische Markt führte nach Angaben der U. St. Dep. of Commerce in den Jahren 1912—1920 folgende Mahagoniholzmengen ein:

1912	43	Millionen	Board	Feet
1913	66	„	„	„
1914	70	„	„	„
1915	42	„	„	„
1916	40	„	„	„
1917	43	„	„	„
1918	52	„	„	„
1919	43	„	„	„

1920 (erste 10 Monate) 39 Millionen Board Feet.

Aus Mittelamerika betrug die Einfuhr nach den Vereinigten Staaten im Jahre 1919:

aus	Britisch Honduras .	5 001 000	Board Feet
„	Kostarica	266 000	„ „
„	Guatemala	32 000	„ „
„	Spanisch Honduras .	784 000	„ „
„	Nicaragua	11 050 000	„ „
„	Panama	5 004 000	„ „
„	Mexiko	5 610 000	„ „
	Zusammen:	27 747 000	Board Feet

In den Kriegs- und Nachkriegsjahren bestand in den Vereinigten Staaten eine ungeheure Nachfrage nach Mahagoniholz, besonders für bessere Möbel, Klaviere Phonographenkästen usw.

Es wurden nach Deutschland im Jahre 1925: 48 226 dz; im Jahre 1926: 34 448 dz eingeführt.

IV. Geschichtliches über die Mahagonihölzer.

Mahagoniholz wird zum ersten Male kurz nach der Entdeckung Amerikas erwähnt. In der Zeit zwischen 1521—1540 verwendete Cortez das Holz zum Bau seiner Schiffe. 1597 wurden die ersten Europäer, englische Zimmerleute, auf Mahagoniholz aufmerksam gelegentlich der Ausbesserung einiger Schiffe von Sir Walter Raleigh auf Trinidad. Um die Wende des 16. Jahrhunderts war der Nutzen des Holzes allgemein bekannt. In Europa verwandte zuerst Spanien Mahagoni vor allem zum Schiffsbau. In der Möbelindustrie fand es vom Jahre 1730 ab ausgedehnte Verwendung. Ungefähr um diese Zeit brachte der englische Schiffskapitän Gibbon einige Mahagonibohlen aus Westindien nach London und schenkte sie seinem Bruder, einem Arzt. Dieser ließ sich aus dem Holz einen Schreibtisch anfertigen, der den Beifall der Herzogin von Buckingham fand. Durch diese wurde Mahagoni Modeholz und das gesuchteste Möbelholz auf dem Weltmarkt. Nach anderen Angaben soll Mahagoni zum ersten Male durch die Engländer Gillow und Lancaster zur Zeit Karls I., der 1649 starb, in England eingeführt worden sein.

In der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts wurde in englischen Holzhandelskreisen befürchtet, daß die westindischen Mahagonihölzer bald für die Anforderungen nicht mehr ausreichen würden. Auf der Suche nach Ersatzhölzern wurde von Engländern zunächst Britisch-Indien nach mahagoniähnlichen Hölzern durchforscht und eine Anzahl Ersatzhölzer in England eingeführt. Afrikanisches Mahagoni wurde schon 1833 auf den Liverpooler Markt gebracht. Es erlangte jedoch erst im Jahre 1878 ausgedehntere Beachtung, und von Jahr zu Jahr steigerte sich die Ausfuhr aus Afrika, so daß die Gesamteinfuhr Liverpools im Jahre 1913 sich auf 64 579 Blöcke belief. London führte im gleichen Jahre 21 000 Tonnen ein.

V. Amerikanisches Mahagoni.

a) Aufzählung der amerikanischen Mahagonis und ihre botanische Abstammung. (Philippinen, Vereinigte Staaten, Kanada, Westindien, Südamerika, Mexiko, Zentral- und Mittelamerika.)

Das ursprünglich echte Mahagoniholz wurde von den beiden Meliaceen-Arten *Swietenia mahagoni* Jacq. und *Swietenia macrophylla* King geliefert, die lange Zeit unter der einen Art *Sw. mahagoni* Jacq. zusammengefaßt wurden.

Je nach der Herkunft (Standort, bzw. Verschiffungshafen) liefern diese z. B.

»Tabasco-Mahagoni« (Mexiko).

»San Jago-Mahagoni« (San Jago auf Kuba).

»San Domingo-Mahagoni« (San Domingo) — die begehrteste Sorte.

»Baywood«, oder »Bay-Mahagoni« (von *Sw. macrophylla,* Britisch-Honduras und der Küste des südlichen Mexiko).

»Honduras-Mahagoni« (Britisch-Honduras).

»Caoba« oder »Caobo« (spanischer Name des Holzes aus Kuba, Mexiko, Zentral- und Südamerika).

»Pao magno« (portugiesischer Name gleicher Herkunft).

»Albero di acajou« (italienischer Name gleicher Herkunft).

»Madeira« oder »Madeira wood« (Florida, Bahamas).

»Red wood« (vorläufig noch selten vorkommender Handelsname für »echtes Mahagoni«).

»Zipilote colorado« oder »Zipilote negro« (inneres Mexiko).

»Acajou« oder »Acajou à meubles« oder »Bois d'acajou« oder »Mahagon« (französischer Name für Holz aus Venezuela und Westindien).

»Cedro cebolla« (Kolumbia, Südamerika); ferner das »Jamaika-«, »Cispata-«, »Kuba-«, »Nicaragua-«, »Panama-« (z. T.), »Südamerika-« (Spanisch-Amerika), »Kolumbia-«, »Mexiko-«, »Nassau-«, »Haiti-«, »Yucatan-«, »Westindien-«, »Belize-«, »Trupillo-«, »Guatemala-«, »Porto Plata-«, »Laguna«-, »Corinto«- und »Zentralamerika-Mahagoni«.

Neben den beiden oben besprochenen *Swietenia*-Arten liefern *Sw. Candolleana* Pitt. das »Venezuela-Mahagoni«; *Sw. cirrhata* sog. »Mexiko-Mahagoni« und *Sw. humilis* Zucc. das »Gateado-« oder »Flor de Venadillo-Holz«.

Der Handel wirft vielfach alle diese Namen, ohne Rücksicht auf die Stammpflanze, aus »Zweckmäßigkeitsgründen« durcheinander.

Außer diesen »echten Mahagonis« von der Gattung »Swietenia« werden natürlich auch Hölzer von verschiedensten Arten anderer Gattungen und Familien als »Mahagoni« gehandelt. Die wichtigsten von diesen sind:

»Balacbaccan-Mahagoni«
= *Shorea polysperma* (Blanco) Mer. (Dipterocarpac., Philippinen).

»Bastard-Mahagoni«
= *Cabralea spec.* (Meliac., Südamerika).

»Bay-Mahagoni«
= *Cercocarpus ledifolius* Nutt. (Rosac., Vereinigte Staaten und Kanada).

»Chijole-Mahagoni«
= *Calophyllum calaba* Jacq. (Guttiferae, Zentralamerika).

»Coffeetree-Mahagoni«
= *Gymnocladus dioicus* (L.) Koch (Legumin., Vereinigte Staaten und Kanada).

»Columbia-Mahagoni«
= *Cariniana pyrsiformis* Miers. (Lecythidiac., Südamerika).

»Demerara-Mahagoni«
= *Carapa guianensis* Aubl. (Meliac., Südamerika).

»Guatemala-Mahagoni«
= *Calophyllum spec.* ? (Zentralamerika).

»Horseflesh-Mahagoni«
= *Swartzia tomentosa* D.C. (Leguminos., Venezuela).
= *Caesalpinia spec.* (Leguminos., Zentralamerika).

»Indisches Mahagoni«
= *Cedrela odorata* L. (Meliac., Zentralamerika).

»Jenicero-Mahagoni«
= *Tabebuia* Donnell. — *Smithii* Ros. (Bignoniaceae, Zentralamerika).

»Lumbayao-Mahagoni«
= *Tarrietia silvatica* (Vid.) Merr. (Sterculiac., Philippinen).
= *Tarrietia javanica* Bl. (Sterculiac., Philippinen).

»Madeira-Mahagoni«
= *Tamarindus indica* L. (Leguminos., Zentralamerika).

»Mangachapuy-Mahagoni«
= *Shorea negrosensis* Merr. (Dipterocarp, Philippinen).

»Mountain-Mahagoni«
= *Cercocarpus ledifolius* Nutt. (Rosac., Vereinigte Staaten und Kanada).
= *Cercocarpus parvifolius* Nutt. (Rosac., Vereinigte Staaten und Kanada).
= *Betula lutea* Michx. (Betulaceae, Vereinigte Staaten und Kanada).

»Ocuje-Mahagoni«
= *Calophyllum calaba* Jacq. (Guttiferae, Zentralamerika).

»Panama-Mahagoni«
= *Anacardium rhinocarpus* D. C. (Anacardiaceae, Zentralamerika).

»Philippinen-Mahagoni«
= *Tarrietia silvatica* (Vid.) Merr. (Sterculiac., Philippinen).
= *Tarrietia javanica* Bl. (Sterculiaceae, Philippinen).
= *Shorea polysperma* (Blanco) Merr. (Dipterocarp., Philippinen).
= *Shorea negrosensis* Merr. (Dipterocarp., Philippinen).
»Red-Lauan-Mahagoni«
= *Shorea negrosensis* Merr. (Dipterocarp., Philippinen).
»Red-Narra-Mahagoni«
= *Pterocarpus indicus* Willd. (Leguminos., Philippinen).
»Santa Maria-Mahagoni«
= *Calophyllus calaba* Jacq. (Guttiferae, Zentralamerika).
»Tanguile-Mahagoni«
= *Shorea polysperma* (Blanco) Merr. (Dipterocarpac., Philippinen).
»Tennasserim-Mahagoni«
= *Pterocarpus indicus* Willd. (Leguminos., Philippinen).
»Valley-Mahagoni«
= *Cercocarpus parvifolius* Nutt. (Rosaceae, Vereinigte Staaten, Kanada).
»Weißes Mahagoni«
= *Tabebuia Donnell-Smithii* Ros. (Bignoniaceae, Zentralamerika).

b) Beschreibung der wichtigsten amerikanischen Mahagonisorten.

1. Echtes Kuba-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: *Swietenia mahagoni* Jacq. — Meliaceae. (Der Name Swietenia wurde 1760 von Jacquin zu Ehren des Barons von Swieten, des berühmten Arztes der Kaiserin Maria Theresia eingeführt.)

Nomenklatur: »Kuba-Mahagoni«, »San - Domingo - Mahagoni«, »Spanisches Mahagoni« (siehe auch Abschnitt V, Amerikanisches Mahagoni).

Heimat: 24—30 m hoch werdender Baum aus Zentralamerika, Antillen (von südlich Florida bis zu den westindischen Inseln, längs der Golfküste, in Mexiko von Tampiko. Auch auf der westlichen Seite, südwärts durch Zentralamerika bis in das nördliche Südamerika, Venezuela, Kolumbien). In Indien, Burma, Afrika und anderen tropischen Gegenden angepflanzt.

Holzcharakteristik (5, 90; 8; 142; 143; 145; 146): Die Holzstruktur ist abhängig von dem jeweiligen Standorte und daher mehr oder weniger geringen Schwankungen unterworfen. Besonders Gewicht und Härte des Holzes können nicht als zuverlässiges Merkmal angesehen werden. Der Hauptunterschied zwischen den Hölzern verschiedener Standorte liegt im Vorhandensein oder Fehlen der Jahresringe, sowie deren Charakter und Breite. Wirkliche Jahresringe fehlen bei dem Holz, das südlich von Britisch-Honduras wächst, sie sind mehr oder weniger deutlich sichtbar bei Hölzern der von Britisch-Honduras nördlichen Regionen. Diese Ringe sind keine Porenringe, wie bei den reichporigen Harthölzern, sondern entstehen durch schichtweises Aufeinanderfolgen verschiedener Reihen großer Holzfasern, Holztracheiden und Holzparenchymbänder. Die Ringgrenzen zeigen keine Zuwachszonen von Früh- und Spätholz an, sondern entstehen in kürzeren oder längeren Zeiträumen, verursacht durch Trockenheit, Blattabfall, Hitze, Kälte usw. Je weiter nördlich der Mahagonibaum auftritt, desto langsamer wächst er und desto deutlicher bildet er gleichzeitig enger werdende Jahresringe aus. Dementsprechend werden die Gefäße kleiner, die Holzfasern kleiner und dickerwandig und dadurch wird das Holz härter und schwerer.

Das Splintholz ist weißlich bis hellgelb, und je nach dem Alter mehr oder weniger dick. Das Kernholz (5, 90) ist heller oder dunkler zimtbraun bis rotbraun, entweder gleichmäßig gefärbt, »schlicht«, oder streifig (»geadert«, »gefleckt«) oder gemasert, mit Lichtspiel und von feiner Struktur. An der Luft dunkelt es nach. Gefäße sind als feine Poren, gewöhnlich auch die Markstrahlen als zarte, leicht wellig verlaufende Linien, auf Hirnflächenschnitten schon mit freiem Auge sichtbar, ebenso schmale, helle Querzonen, die in gleichen oder wechselnden Abständen voneinander verlaufen. Gefäße zerstreut, ziemlich gleichmäßig auf dem Hirnflächenschnitt verteilt, teils einzeln, teils zu zwei bis drei, selten zu mehreren in Radialreihen zusammenliegend. Längsschnittfläche meist lebhaft glänzend, durch die Gefäße gefurcht. Die Radiallängsfläche durch die

Markstrahlen querstreifig, die Tangentialfläche durch die Markstrahlen im Lupenbild fein gestrichelt, zuweilen auch fein wellig gezeichnet. Sind die Markstrahlen schräg zu ihrem Verlauf getroffen, so erscheint das Holz »gekörnelt«.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 90; 142): Hirnflächenschnitt: Gefäße meist vereinzelt oder zu zwei bis drei, seltener zu mehreren in Radialreihen, gleichmäßig zerstreut, 12 bis 40 auf 2 mm, 0,10—0,29 mm weit, häufig

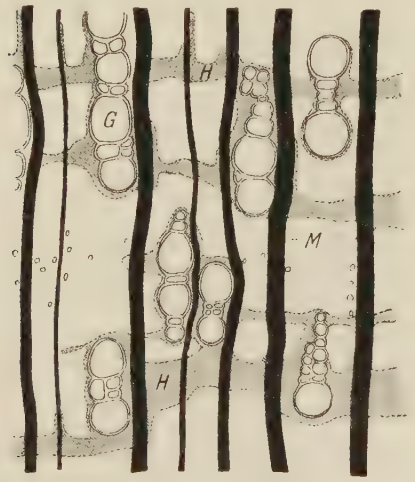


Abb. 99.
Swietenia mahagoni Jacq., Kuba-Mahagoni. *G* Gefäße. *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchym. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. 82/1. W. v. Brehmer.

mit dunklem Inhalt oder mit weißer, aus Kalziumkarbonat bestehender Masse gefüllt. Sklerenchymfasern (Libriformfasern) bilden die Grundmasse, mehr oder weniger stark dickwandig, meist radial gereiht, hierbei die breiteren Mittelteile mit schmäleren Endstücken oft streifenweise wechselnd. Holzparenchym umgibt entweder in selten mehr als eine Zelle starker Schicht die Gefäße oder liegt in der Grundmasse vereinzelt oder in Parenchymbändern, die 1—12 Zellen breit sein können, gewöhnlich aber 3 bis 4 Zellen breit sind, und nur dort breiter werden, wo sie die Gefäße berühren. Die Holzparenchymzellen oft dünnwandig, bis 40 μ weit, zuweilen kaum höher, ohne Kristalle (im »Domingo-Mahagoni« sind die Holzparenchymzellen auch derberwandig und von geringer radialer Breite). In den Holzparenchymbändern zuweilen Interzellularräume, die mit dunkler Masse angefüllt sind (Abb. 99).

Tangentialer Längsschnitt: Gefäßwände mit sehr kleinen runden kaum 3 μ breiten Hoftüpfeln dicht besetzt, deren Poren in eine gemeinschaftliche schräg aufsteigende Spitze münden, und hierbei eine spiralige Streifung vortäuschen. Markstrahlen gewöhnlich gleichförmig groß und regelmäßig in Querreihen angeordnet, vereinzelt auch zerstreut, an den Seiten ausgebaucht, 1 bis 5 Zellen, meist 3—4 Zellen breit und über 10 bis gegen 30 Zellen (0,19—0,60 mm, meist 0,33—0,48 mm) hoch und von durchschnittlich 0,036—0,09 mm Breite, manche auch nur ein- bis zweischichtig. Markstrahlzellen dünnwandig, einander seitlich oft abflachend, 14—30 μ hoch, mit Ausnahme der endständigen, welche die Markstrahlkanten bilden und oft bis 40—76 μ hoch sind. In den Markstrahlzellen häufig ein großer Kalziumoxalatkristall.

Radialer Längsschnitt: Sklerenchymfasern häufig in fast rechten Winkeln gebogen, dort, wo sie mit den Markstrahlen in Berührung treten; teils ungefächert oder häufig durch sehr zarte Querwände gefächert, mit sehr kleinen, spärlichen Tüpfeln besetzt. Markstrahlrandzellen isodiametrisch oder horizontal verlängert, selten vertikal, oft mit Kalziumoxalatkristallen.

Beschaffenheit: Schwerspaltig, wenig schwindend, im Trocknen dauerhaft, sehr politurfähig, im allgemeinen mäßig fest und zäh, von sehr gleichmäßiger Struktur, je nach den Standortsbedingungen gröber- oder feinporig, wirft sich beim Trocknen, schwindet einmal getrocknet nur unbedeutend, leimt sich gut. Besonders wertvoll sind gemaserte Stücke, unter denen das durch Zwieselbildung an Stämmen oder Ästen entstandene, prächtig geflammte, »Pyramiden-Mahagoni« hervorzuheben ist. Die dunkler gefärbten Sorten (»San Domingo«-, »Kuba«- oder »Spanisches Mahagoni«) sind die dichtesten und schwersten Hölzer; sie sind oft schön gemasert und sehr geschätzt.

Prüfung: Das spez. Gewicht schwankt je nach den Standortsbedingungen innerhalb gewisser Grenzen zwi-

schen 0,56 und 0,87 (nach Karmarsch). «Florida-Mahagoni« ist das schwerste Holz mit einem spez. Lufttrockengewicht von 0,842. Die besseren Sorten von Honduras und Mexiko haben ein solches von 0,740, das »Kuba-Mahagoni« von 0,720. Das Lufttrockengewicht des »Floridamahagonis» beträgt 839,442 kg je 1 cbm, des »Honduras«- und »Mexiko-Mahagonis« 735,5 kg je 1 cbm, des »Kuba-Mahagonis« 719,5 kg je 1 cbm. Zugfestigkeit je 1 qcm: 562—1055 kg (nach Busch). Druckfestigkeit in der Faserrichtung: 492,562 kg je 1 qcm (nach Busch). Bruchfestigkeit: 562 kg je 1 qcm.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen teils dunkler, teils weißlicher Inhalt. Letzterer tritt beim »San-Domingo-Mahagoni« zuweilen so reichlich auf, daß das Holz wie mit Kreide eingerieben erscheint (12, 12). In den Interzellularräumen schwarzdunkler Inhalt.

Verwendung: Eins der wertvollsten und geschätztesten Tropenhölzer, vor allem für die Möbel- und Kunsttischlerei, hier meist als Furnierholz, seine gröberen Sorten auch als Blindholz verwandt. In früheren Jahren wurde es zum Schiffsbau, zu Schiffsreparaturen benutzt. Beim Schiffsbau eignet es sich hauptsächlich zur Beplankung, zu Wassergängen, Reelings, Deckfenstern, Fallreeps usw. Besonders bevorzugt wird es für das Ramenwerk kleiner Segelschiffe.

Bemerkungen: 1. Der Mahagonibaum gebraucht 100—150 Jahre, ehe er handelsfähige Dimensionen erreicht. Er wächst sowohl auf hochgelegenem trockenem, wie auf niedrigem feuchtem Standort. Besonders in Mexiko und Zentralamerika erreicht der Baum auf feuchtem Standort die größten Dimensionen.

2. Mahagoniholz von Nassau oder San Domingo wurde früher vom »Kubamahagoni« durch die geringere Dimension der Blöcke unterschieden, und noch heute machen Käufer in dieser Beziehung einen sorgfältigen Unterschied, obwohl die großen auf Kuba erreichbaren Bäume bereits alle gefällt sind.

3. Das auf dem Festlande gewachsene Holz ist in der Regel von stärkerer Dimension, schlanker und weniger elastisch als das Inselholz. Letzteres ist dagegen meist schöner, von dunklerer Farbe, dichter und fester.

4. Die kleinblättrige Art, die hauptsächlich in Kuba und auf den westindischen Inseln und in höher gelegenen Teilen des sogenannten »Spanish Main« vorkommt, ist wegen seiner Schönheit in Zeichnung und Textur berühmt.

5. Die auf dem harten trockenen Kalksteinboden des äußersten südlichen Florida sehr langsam gewachsenen Bäume liefern wohl das härteste und schwerste Holz von dunkelroter Farbe und hübsch figuriert, das sich besser und dauerhafter polieren läßt, als jede andere Sorte.

6. Je nach der verschiedenen Textur des Mahagoniholzes gibt es im Handel mannigfache Benennungen: Schlicht, geadert, gewässert, gefleckt, gemasert, getüpfelt, Geigenrücken, Pflaumenmuster, Vogelauge, gekräuseltes Holz usw. Diese Bezeichnungen sind für die Bewertung und Verwendung zu dekorativen Zwecken maßgebend.

2. Honduras-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: *Swietenia macrophylla* King. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Honduras-Mahagoni«, »Tabasco-Mahagoni«, »Laguna de Terminos Mahagoni«, »Bay-Mahagoni«, »Mexikanisches Mahagoni«, »Baywood«, »Bay«.

Heimat: Hauptsächlich im südlichen Mexiko und in Britisch-Honduras, auch in Nicaragua.

Holzcharakteristik (142): Holz rotbraun bis goldbraun, auch rötlichgrau, glänzend mit Lichtspiel, geradfaserig. Die Holzfasern können in dichten und mehr offenen Lagen gezont sein. Poren (Gefäße) zuweilen gezont, oft mit schwarzem, hie und da auch mit weißem (Kalziumkarbonat) Inhalte. Holzparenchymbänder 1—10 mm voneinander entfernt. Im Längsschnitt zeigt das Holz dunkle Bänder und feine schwache Linien (Gefäßrillen). Markstrahlen sehr schmal und undeutlich.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße einzeln oder in kleinen Gruppen, 5—30 Gruppen auf 2 mm, 0,20—0,34 mm Durchmesser. Holzfasern

dünn oder auch derbwandig. Holzparenchym an den Gefäßen undeutlich, in der Grundmasse in 3—8 Zellen breiten Tangentialbändern, verstreutes Holzparenchym fehlt oder ist sehr selten (Abbild. 100). Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen ziemlich gleichförmig groß, ein- bis fünf-, meist drei- bis vierschichtig, seitlich leicht ausgebaucht, fein zulaufend, 35—48 auf 2 mm. Gesamtbreite auf 2 mm 0,40 bis 0,50 mm, durchschnittlich 0,45—0,60 mm hoch, 5—30 Zellen umfassend, 0,030 bis 0,056 mm breit. Markstrahlmittelzellen winklig und dünnwandig. In den Markstrahlen zuweilen Kristalle. Radialer Längsschnitt: Holzfasern gefächert, an den Markstrahlen oft gebogen. Markstrahlrandzellen quadratisch oder länglich.

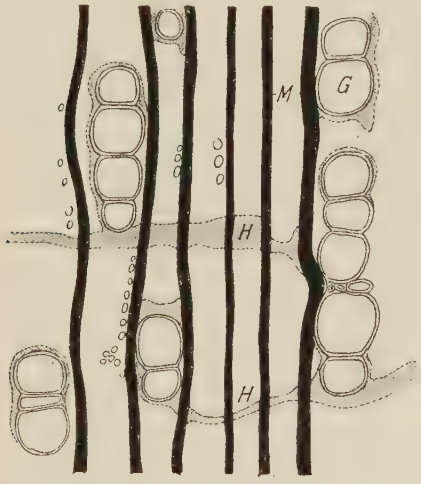


Abb. 100.
Swietenia macrophylla King. Honduras-Mahagoni (Tabasco). *M* Markstrahlen. *G* Gefäße. *H* Holzparenchym. Das Libriformfasergewebe ist fortgelassen. 82/1.
W. v. Brehmer.

Beschaffenheit: Schwankt je nach dem Standort. Härter bis gewöhnlich mäßig leicht und weich. In grünem Zustand elastisch, trocken spröde. Astkantenfreies Holz muß sorgfältig getrocknet werden, da es sonst an den Seiten leicht aufreißt. Gut getrocknet wirft und schwindet es nicht und ist glatt und gut zu bearbeiten. Stärkere Kernrisse fehlen (besonders in der Hondurassorte).

Prüfung: Das spez. Lufttrockengewicht sowie alle anderen Werte schwanken ebenfalls je nach der Herkunft des Holzes. So beträgt das spez. Lufttrockengewicht: 0,430—0,650 (nach Dixon); 0,612—0,790 (nach Busch); 0,644—0,684 (nach Busch speziell für Hondurassorte), 0,769 (speziell für Kubasorte). Lufttrockengewicht: 463,7 kg je 1 cbm (nach Howard, spez. für Hondurassorte). Zugfestigkeit je 1 qcm = 350 bis 560 kg (nach Busch). Bruchfestigkeit: 703 kg je 1 qcm (nach Busch).

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen und auch in vielen Gewebezellen dunkelbrauner Inhalt. Kalziumoxalatkristalle.

Verwendung: Wie das amerikanische Mahagoniholz im allgemeinen (siehe *Sw. mahag.* Jacq. Nr. 126, b, 1).

Bemerkungen: 1. Die Namen »Bay«, »Baywood«, »Bay Mahagoni« besagen bereits, daß das Holz »falsch« oder »fast« Mahagoni ist.

2. Das »Hondurasmahagoni« kam viel später auf den Markt, als das echte Mahagoni.

3. Die Botaniker erkannten den mexikanischen Mahagonibaum erst als besondere Art, als von Holzhändlern darauf aufmerksam gemacht wurde, daß sein Holz viel leichter und weicher und auch heller gefärbt sei als das echte »Spanische Mahagoni«.

4. Das bekannteste mexikanische Mahagoni ist das von Tabasco. Es wird in Blöcken von 5—9 m Länge und 0,35 bis 0,80 m Dicke, oder bei schlechten Hafenverhältnissen auch in kleineren Blöcken in den Handel gebracht. Die Blöcke von »Frontera« und »Laguna« sind die beliebtesten. Die »Tuxpan«- und »Progressoblöcke« stammen von dem sogenannten »Cazoneswuchse«, der faserigeres und schwerer bearbeitungsfähiges Holz liefert und deswegen billiger im Preise ist. Die »Purtoblöcke« entstammen der Westküste Mexikos, sind etwas härter als die der Ostküste und nicht sehr beliebt. Infolge der verschiedenartigen Standortsbedingungen wechselt das mexikanische Holz in der Qualität sehr, im allgemeinen ist es weicher und hellerfarbig als »Kubamahagoni«, und ähnelt öfters der »Spanischen Zeder« (Cedrela). Die Gefäßporen sind größer als die des Kubamahagonis, die Markstrahlen sind nur unter der Lupe sichtbar. — Weitere Verschiffungshäfen

und dementsprechende Handelssorten des mexikanischen Mahagonis sind: »Cazones-Mah.«, »Santa-Ana-Mah.«, »Coatzacoalcos-Mah.«, »Minatitlan-Mah.«, »Tlacotalpan-Mah.«, »Tampico-Mah.«, »Chiltapec.-Mah.«, »Campeche-Mah.«, »Nautla-Mah.«, »Tonala-Mah.«, »Cheucan-Mah.«.

5. Britisch-Honduras exportiert im Durchschnitt ebensoviel Mahagoni wie Mexiko. Seine großen quadratischen Blöcke sind 6—12 m lang und 0,30 bis 0,60 m dick. Sie werden hauptsächlich aus Belize (Britisch-Honduras), Trujillo (Spanisch-Honduras) und Corinto (Nicaragua) verschifft. Die Jahresringe fehlen häufig, so daß das Holz von fast gleichmäßiger Struktur ist. Im Gegensatz zum Kubaholze dunkelt Honduras-Mahagoni im Lichte nicht nach, sondern geht bei starker Sonnenbeleuchtung in schön goldbraun bis gräulich über.

6. Das an der Südküste von Honduras auf niedrigem feuchtem Schwammboden wachsende Holz ist das »Bay wood« des Handels. Es ist sehr porös, fast schwammig und daher geringwertiger. Als das leichteste Mahagoni hat es ein Lufttrockengewicht von 559,6 kg je 1 cbm und ein spez. Lufttrockengewicht von 0,561.

3. Venezuela-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: *Swietenia Candollei* Pittier. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Venezuela-Mahagoni«, »Caoba-Mahagoni«.

Heimat: Längs der Nordküste Südamerikas, besonders in Venezuela.

Holzcharakteristik (157): Holz hellrötlich bis bräunlich mit gelegentlich dunkleren Streifen und goldenem Schimmer, besonders auf der Radialfläche. Die Struktur zeigt das typische gesprenkelte oder scheckige Aussehen des Mahagonis. Die einzigen Wuchsringe sind die durch Holzparenchymbänder gebildeten schmalen, konzentrischen Linien, welche in unregelmäßigen Abständen verlaufen und besonders auf Hirnflächenschnitten, weniger deutlich auf Längsschnitten, sichtbar sind. Die Linien sind heller als der Untergrund. Poren (Gefäße) groß, ziemlich zahlreich, gleichförmig, zerstreut, deutlich sichtbar, ohne besondere Neigung zur Zonenbildung. In den Poren hie und da dunkler, gummiartiger Inhalt. Markstrahlen zahlreich, fein, gleichförmig, auf der glatten Hirnfläche kaum sichtbar, auf dem radialen Längsschnitt etwas deutlicher und dunkler in der Farbe, als die Holzfasern, besonders unter der Lupe auf tangentialem Längsschnitt als deutliche, aber nicht immer regelmäßige »Wellenspuren«, etwa 55 auf 2,5 cm Länge.

Anatomische Holzcharakteristik: (157).

Beschaffenheit: Hart, schwer fest, mäßig dicht, gut zu bearbeiten, in der Textur gleichförmig und mittelmäßig bis ziemlich fein. Die ausgezeichnete Qualität kommt der des Panama-Mahagoni nahe.

Prüfung (157): Spez. Lufttrockengewicht: 0,630. Spez. Ofentrockengewicht: 0,590.

Verwendung: Besonders in Frankreich zu Möbeln und Innenausstattungen.

Bemerkungen: 1. Es ist nicht bekannt, ob alles Mahagoni von Venezuela von obiger Art abstammt. Auf den amerikanischen Märkten ist das Holz wenig bekannt.

2. Das »Caoba-Mahagoni« aus Venezuela wird von dem »Caoba-Mahagoni« von San Domingo (*Sw. mahagoni* L.) übertroffen. »Caoba-Mahagoni« ist nicht zu verwechseln mit dem »Caoba-Holze« von *Spathodea campanulata* (Venezuela), dem »Caoba« von *Swietenia macrophylla* (Mittelamerika) und dem »Caoba« von *Guarea caoba* und *Carapa guianensis* (Kostarika).

4. Panama-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: Das »Panama-Mahagoni« stammt teils von *Swietenia mahagoni* L. (siehe Nr. 126, b, 1), teils von *Anacardium rhinocarpus* D. C. (144) (Anacardiaceae) und auch von einer *Cedrela spec.* (93).

Nomenklatur: Das Holz von *Anacard. rhinocarpus* D. C. wird in den Vereinigten Staaten und England unter dem Namen »Esparvie«, »Espave« und »Espave mahagoni« gehandelt (Mahagoni-Ersatz), das von *Sw. mahag.* als »echtes Panama-Mahagoni«.

Holzcharakteristik: Das Holz der Panamasorte (*Sw. mahagoni*) ist je nach dem Standort gelb-ockerfarbig, glänzend, mit dunkelbraunen Streifen und undeutlichen Zonen (142) oder öfters wäs-

serig oder atlasartig (27,3) oder rot bis ziegelrot bzw. goldrot (6), mit Lichtspiel (siehe Schlußbemerkung). Die Gefäße fein verstreut, mit gelbem Rand umgeben, der besonders in tangentialen Längsschnitten hervortritt, glänzend, öfters mit rotem oder dunklem Inhalt gefüllt. Die Holzparenchymbänder fehlen auf einer Breite von 70 mm. Markstrahlen sind klein.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Auf dem Hirnflächenschnitt sind die Gefäße einzeln oder in kleinen Gruppen von 2—3 zusammenstehend, 4—7 auf 2 mm, 0,30 mm diam. Alle Gefäße mit Thyllen gefüllt. Holzfasern dünnwandig, 2—10 zwischen den Markstrahlen. Holzparenchym den Gefäßen anliegend, in radialer Richtung gestreckt, 1—3 Zellen breit, in tangentialer Richtung 4—10 Zellen breit. Markstrahlen deutlich 1—3, meist zweischichtig. Im tangentialen Längsschnitt sind die Markstrahlen nach der Größe ziemlich gleichförmig, unregelmäßig verteilt, etwa 55 auf 2 mm. Gesamtbreite auf 2 mm = 0,48 mm, Höhe 0,10—0,65, meist 0,40 mm, 2—16 Zellen umfassend. Markstrahlen häufiger auch von einer einzelnen Holzfaser unterbrochen. In den Markstrahlzellen hie und da Kristalle. Holzfasern gefächert. Im radialen Längsschnitt bestehen die Markstrahlen zum Teil aus vertikalen Zellen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,580 (nach Dixon).

Verwendung usw.: Wie echtes Mahagoniholz (siehe Nr. 126, b, 1).

Bemerkungen: 1. Das »Panama-Mahagoni« sowohl von *Sw. mahagoni* wie von *Anac. rhinoc.* kommt in zwei Sorten, je nach seinem Standort im Handel vor, in einer hellen und einer dunklen Sorte. Die dunkle ist dem zentralamerikanischen Mahagoni ähnlich. Die helle Sorte wächst in der Regel auf nassem Boden in der Nähe der »Creeks«. In der Qualität beider Sorten besteht kein nennenswerter Unterschied. Das Holz ist sehr gut. Die helle mehr gelbgrüne Sorte des »Esparvieholzes« ist jedoch wegen des kleinen Kernholzes und starken Splintes im allgemeinen minderwertiger als die dunkle, rötlichmahagonifarbene Sorte. Letztere findet sich mehr auf höheren Erhebungen und liefert ein gradfaseriges, gut stehendes Holz, das sich nicht wirft und dreht und in der Heimat besonders für den Bootsbau verwandt wird.

2. Das »echte Panama-Mahagoni« kann als Zwischenstufe zwischen dem spanischen und mexikanischen Mahagoni bezeichnet werden.

5. Guatemala-, Kostarika-, Kolumbien-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie:

1. *Swietenia spec.* — Meliaceae.

2. *Cariniana pyriformis* Miers. — Lecythidiaceae.

3. Von einer Art der Familie der Sapotaceae oder Guttifera (144).

Nomenklatur: Das »Guatemala-Mahagoni« wird auch als »Padouk« bezeichnet, das Kostarika-Mahagoni als »Punea Artnas«.

Holzcharakteristik: 1. Der Guatemala-Sorte (*Sw. spec.*): Holz heller rot als Honduras-Mahagoni, es ähnelt im Charakter und in der Textur mehr dem Holze der Kubasorte. Es zeigt auch den weißen kalkigen Inhalt der Poren. Nach Dixon (142) ist das Holz mehr lebhaft rötlich braun, trübe mit undeutlichen dunklen Zonen, jedoch ohne Lichtspiel. Auf Hirnflächenschnitten treten die Jahresringe scharf und deutlich hervor. Die Gefäße sind undeutlich gezont, in schrägen oder geschlängelten Radialreihen angeordnet. Holzparenchymbänder fein, unregelmäßig, oft unterbrochen, etwa 0,25—1 mm voneinander abstehend. Das Holz kommt seltener in sehr langen und bis 1,20 m im Quadrat dicken Blöcken, gewöhnlich in solchen von 3,30 m bis 3.60 m Länge in den Handel. Die häufig stark gerissenen Blöcke zeigen vielfach Faulstellen.

2. Der Kostarika-Sorte (*Sw. spec.*): Holz meist grobfasrig, fehlerhaft nicht gut hellrot gefärbt, von fester Textur. Die Gefäße sind häufig mit der weißen, kalkigen Substanz angefüllt. Es ähnelt im übrigen dem »Kuba-Mahagoni« sehr, ist aber gewöhnlich geraderfasrig. Die Blöcke sind gerade, kurz, vierkantig behauen, etwa 2,4 bis 6 m lang, 25—75 cm im Quadrat. Sie neigen stark zu Kernrissen und haben meist Fehl- und Faulstellen.

Anatomische Holzcharakteristik der Guatemalasorte (142).

Hirnflächenschnitt: Gefäße etwas tangential zusammengepreßt, einzeln oder zu vielen in radialen, schrägen, oder radial geschlängelten Gruppen, mit Holzparenchym zwischen den Gefäßen, 12–20 auf 2 mm, bis 0,26 mm diam. In den Gefäßen häufig Thyllen. Holzfasern dickwandig und regelmäßig gestellt. Holzparenchym bettet teils die Gefäße ein, teils verläuft es in 1—4 Zellen breiten Bändern, die vielfach unterbrochen sind, anastomosieren und sich verteilen. In den Holzparenchymzellen oft Inhalt. Markstrahlen deutlich 1—2-schichtig, mit Inhalt. Auf dem tangentialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen unregelmäßig in Höhe und Anordnung, etwa 110—150 auf 2 mm, 0,02—0,56, meist 0.20 mm hoch, 1—18 Zellen umfassend; 0.01—0.02 mm breit. Rand undeutlich. In den Zellen gelegentlich Inhalt. Holzfasern nicht gefächert, 2—5 zwischen den Markstrahlen. Auf dem radialen Längsschnitt sind die Markstrahlrandzellen häufig vertikal verlängert, zuweilen rhomboedrisch, oft mit dicken, getüpfelten Wänden. (Bem.: Die staffelförmige Anordnung der in Reihen stehenden Gefäße kommt beim Holze der Sapotaceen oder Guttiferen, so z. B. bei *Calophyllum spec.* vor, so daß es möglich ist, daß die untersuchte Holzprobe nicht von der Gattung *Swietenia* stammt.)

Beschaffenheit: Für »Guatemala-Mahagoni«. Hartes, festes, gutes, in der Qualität schwankendes Holz, welches sehr gut steht und außerordentlich glatt zu bearbeiten ist. Für »Kostarika-Mahagoni«: Fest, hart, dichtfaserig.

Prüfung:

Für »Guatemala-Mahagoni«:
Spez. Lufttrockengewicht: 0,620—0,740 (142),
Lufttrockengewicht: 607,6 kg je cbm (93);
Für »Kostarika-Mahagoni«:
Lufttrockengewicht: 671,6 kg je cbm (93).

Verwendung usw.: Wie echtes Mahagoniholz.

6. Columbian-Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: *Cariniana pyriformis* Miers. — Lecithidiaceae.

Nomenklatur: »Columbian-Mahogany« fälschlich auch »Echtes Mahagoni« genannt.

Heimat: Kolumbien. Das Holz gelangt seit mehr als 30 Jahren von Karthagena nach Havre (Frkrch.) zur Ausfuhr. Neuerdings werden auch größere Mengen des Holzes nach London und Liverpool ausgeführt.

Holzcharakteristik (142; 168): Holz glänzend, mit Lichtspiel, graurötlichbraun. Gefäße gezont. Dort wo die Holzfasern weniger dicht angeordnet sind, liegen die Gefäßporen enger zusammen. Holzfasern gezont. Holzparenchym mit der Lupe in sehr feinen wellenförmigen Querbändern ziemlich dicht zusammenstehend, etwa 0,15 mm voneinander entfernt laufend. Markstrahlen sehr fein. Das Holz zeigt keine wirklichen Jahresringe. Es kann vom echten Mahagoni (Swietenia) leicht durch die zahlreichen dünnen hellen Linien unterschieden werden, welche die Markstrahlen rechtwinklig verbinden und so ein dichtes Netzwerk mit rechtwinkligen Maschen bilden.

Anatomische Holzcharakteristik (142; 168): Hirnflächenschnitt: Gefäße zerstreut, gleichmäßig verteilt, deutlich, nicht sehr zahlreich, meist einzeln, seltener mehr als zwei in Radialreihen, etwa sieben Gruppen auf 2 mm — in letzterem Fall ist gewöhnlich ein Gefäß sehr klein — tangential zusammengedrückt und von 0,28 mm größtem tangentialem Durchmesser. Gefäßwände mäßig dünn. In den Gefäßen gewöhnlich Thyllen. Holzfasern bilden die Grundmasse, sehr regelmäßig angeordnet, in mehreren oder einzelnen Radialreihen, zu 2—16 zwischen den Markstrahlen, sehr dickwandig. Holzparenchym bettet die Gefäße ein oder verläuft in Bändern, die sehr schmal, 1—3 Zellen breit, sind und 0,15—0,17 mm voneinander entfernt verlaufen. Die Bänder stehen rechtwinklig zu den Markstrahlen. Das Holz ist durchkreuzt durch diese sehr feinen, hellfarbigen, wellenförmigen Bänder, die sich oft untereinander vereinigen, oder plötzlich abbrechen, wenn sie auf ein Gefäß treffen

oder sind rings um ein solches gebogen. Diese schmalen Linien (nicht mit Jahresringen zu verwechseln) sind ebenso zahlreich wie die Markstrahlen und bilden mit diesen eine maschenförmige Struktur. (Beim echten Mahagoni umgeben die Holzfasern meist die Gefäße und Markstrahlen.) In den Holzparenchymzellen Stärkekörner, dunkler Inhalt und reichlich Kalziumoxalat- und Kalziumkarbonatkristalle. (Diese verursachen die schnelle Abnutzung von Werkzeugen.) Markstrahlen zahlreich, fein, 1—3-, meist 2-schichtig gleichförmig, leicht gewellt, fast gleichweit voneinander entfernt verlaufend, stets den größeren Gefäßen bogenförmig ausweichend. In den Zellen meist dunkelbrauner Inhalt, der aus Stärkekörnern und anderen Stoffen besteht. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen ziemlich gleichförmig und gleichmäßig verteilt, seitlich ausgebaucht oder mit parallelen Seiten, sehr fein zugespitzt, etwa 50 auf 2 mm, 0,50 bis 0,80 mm hoch, 6—35 Zellen umfassend, 0,04 mm breit, 1—3-, meist 2-schichtig. Markstrahlrandzellen dicht ausgeprägt, scharf; Mittelzellen abgerundet, dickwandig mit Inhalt. Holzfasern zuweilen in kubische, kristallführende Zellen geteilt. Radialer Längsschnitt: Holzfasern nicht gefächert (die des echten Mahagoni haben Querwände) mit einfachen schlitzförmigen Tüpfeln. Kristallkammerzellen im Holzparenchym. Holzparenchymbänder sehr deutlich, aus vertikalen Reihen rechtwinkliger Zellen bestehend.

Beschaffenheit: Das häufig sehr schön gezeichnete Holz ist hart, schwer, fest, zäh. In gut getrocknetem Zustand wirft, schwindet und reißt das Holz nicht. Bei der Verarbeitung werden Werkzeuge sehr rasch abgenutzt. (Unterschied von echten Mahagoni!)

Prüfung: Lufttrockengewicht: 671,5 kg je cbm, Spez. Lufttrockengewicht: 0,690.

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalat und -karbonat. In den meisten Zellen, vor allem der Markstrahlen und des Holzparenchyms dunkelbrauner Inhalt.

Verwendung: Für alle Verwendungsarten wie das echte Mahagoniholz. Es ist ein wertvoller Ersatz für dieses.

Bemerkungen: 1. Die Angabe in Engler-Prantl: Natürliche Pflanzenfamilien, und anderer Autoren, daß der Baum in Bolivien heimisch sei, scheint auf einem Irrtum zu beruhen.

2. Die Baumstämme dieser Art sind gerade und zylindrisch, 0,60—1,75 m im Durchmesser und häufig 15 m astfrei. Die Handelsblöcke sind meist rund, gelegentlich kantig behauen, in großen 0,45 bis 1,30 m quadratischen Blöcken. Das Holz ist stets stark beschädigt (infolge Wassertransportes).

3. *Cariniana pyriformis* dürfte wegen der großen Ähnlichkeit mit dem »echten Mahagoni« (Farbe, Textur, Verwendung usw.) bei der ständig steigenden Nachfrage nach Mahagoniholz als ziemlich wertvoller Ersatz weitestgehende Berücksichtigung finden.

7. Weißes Mahagoni.

Stammpflanze und Familie: *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose. Bignoniaceae.

Nomenklatur: »Primaveraholz«, »Jeniceroholz«.

Heimat: Zentralamerika.

Holzcharakteristik (5, 150): Holz weißlich bis lichtbräunlich-gelb, rahmfarbig, besonders im radialen Längsschnitt stark spiegelnd und glänzend. Der Hirnflächenschnitt zeigt deutliche, im Spätholz dunklere Jahresringe, ansehnliche Markstrahlen und gut kenntliche, gleichmäßig zerstreute Gefäßporen. Längsschnitt ziemlich grob-nadelrissig, die Markstrahlen zeigen sich auf der Tangentialfläche als feine Strichelchen, auf der Radialfläche als Querstreifen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 150): Gefäße verstreut, einzeln oder bis zu 6 in Gruppen, 0,06 bis 0,20 mm weit, mit kreisrunden bis eckigen 5 μ breiten, querspaltporigen Hoftüpfeln besetzt. In den Gefäßen sehr zartwandige Thyllen. Markstrahlen 2—5-, meist 3—4-schichtig, 0,12—0,30, manche auch bis 0,50 mm hoch. Markstrahlzellen 11 bis 16, selten bis 22 μ hoch, ziemlich dünnwandig, auf den Tangentialwänden zierlich getüpfelt, im Radialschnitt gleichförmig, bis 0,18 mm lang und zu den Gefäßen hin dicht mit ansehnlichen Tüpfeln besetzt. Holzfasern bilden die Grundmasse, im Querschnitt sehr ungleich in

Form und Größe, im allgemeinen radial gereiht, aber mit größerem tangentialem Durchmesser. Im größten Teile des Jahresringes sind die Fasern ziemlich dünnwandig und weitlumig, im Spätholz dickerwandig und engerlumig. Faserwände spärlich mit winzigen, schief spaltenförmigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym nur an den Gefäßen. Holzparenchymzellen auf den Radialwänden meist nur mit kleinen spärlichen Tüpfeln oder Tüpfelgruppen besetzt.

Beschaffenheit: Holz ziemlich hart, nicht schwer, schlecht spaltend.

Inhaltsstoffe: Wände der Fasern gelblich. In den Markstrahlen und im Holzparenchym spärliche, rötlichbraune Tropfen, welche durch Kalilauge gelöst werden. Gefäß- und Thyllenwände werden durch dieselbe Lauge anfangs hellgelb, Wasser und Alkohol durch das Holz gelblich gefärbt; die Lösung wird durch Eisenchlorid nicht geschwärzt.

Verwendung im allgemeinen wie Mahagoniholz.

VI. Afrikanisches Mahagoni.

Die Kenntnisse von der botanischen Abstammung der von den einzelnen afrikanischen Hafenplätzen aus zur Verschiffung gelangenden »Mahagonihölzer« sind recht mangelhaft, da es an sicheren Grundlagen (Bestimmungsmaterial von Blüten, Blättern, Früchten usw.) für die richtige botanische Bestimmung mangelt. Bis zu einem gewissen Grade hat A. Chevalier (8) die botanische Abstammung der Hölzer von der Elfenbeinküste geklärt. H. Harms (20; 143) kommt zu dem vorläufigen Ergebnis, daß die wichtigsten Mahagonilieferanten Afrikas zu den Gattungen *Khaya* und *Entandrophragma* (siehe Nr. 126, VI, c, 4 und 5) gehören. Thompson (158) bezeichnet nur das Khayaholz der Goldküste als »Mahagoni«. Dieses ist ziemlich schwer, meist geruchlos, in Struktur und Verwendungsmöglichkeit dem Holz des echten Mahagonis (*Swiet. spec.*) sehr ähnlich. Von weiteren, weniger wichtigen »Mahagonilieferanten« wären die Gattungen *Wulfhorstia, Lovoa, Pseudocedrela, Ptaeroxylon, Carapa, Guarea* und *Trichilia* zu nennen. Die Hölzer dieser Gattungen nähern sich nach Farbe und Struktur stellenweise dem echten Mahagoni, haben aber zum Teil manches mit dem Cedrelaholz (siehe dieses Nr. 125) gemeinsam. Thompson faßt sie deswegen auch unter dem Sammelnamen »cedars« zusammen. Nach Unwin (146) wird das Holz von *Lovoa Klaineana* Pierre in Nigerien, der Goldküste, Liberia und Sierra Leone mit »African walnut«, nach Engler (51) das von *Lovoa Swynnertonii* E. G. Bak. als »Brown Mahogany« bezeichnet. (Über das »Gebun-Mahagoni« oder »Okuméholz« (*Aucoumea Klaineana* Pierre) siehe Näheres unter »Okuméholz« Nr. 126, VI, c, 6).

Dixon gliedert die am häufigsten im Handel angetroffenen afrikanischen Mahagonis in die drei Hauptgattungen *Khaya* (Meliaceae), *Entandrophragma* (Meliaceae) und *Aucoumea* (Burseraceae).

a) Die Afrikanischen Mahagonis« und ihre botanische Abstammung.

Zugrunde gelegt sind die handelsüblichen Namen aller afrikanischen Hölzer, welche schlechtweg als »Mahagoni« im Handel bezeichnet werden.

»Acajou du Sénégal«
= *Khaya senegalensis* A. Juss. (Meliaceae).

»Adju-Mahagoni«
= *Canarium Mansfeldianum* Engl. (Burseraceae).

»African-Mahagoni«
= *Entandrophragma Candollei* Harms. (Meliac.).

»Afrikanisches Mahagoni«
= *Khaya Klainei* Pierre. (Meliac.).
= *Khaya grandifolia* Stapf. (Meliac.).
= *Khaya euryphylla* Harms (Meliac.).
= *Rhicinodendron africanus* Muell. (Euphorbiac.).
= *Rhicinodendron Heudelotii* Pierre (Euphorbiac.).
= *Afzelia africana* S. (Leguminos.).
= *Trichilia Prieuriana* A. Juss. (Meliac.).
= *Carapa gogo* Chev. (Meliac.).
= *Carapa velutina* C. DC. (Meliac.).

»Agonokwi-Mahagoni«
= *Mimusops multinervis* Baker (Sapotac.).

»Aligna-Mahagoni«
= *Afzelia bracteata* Vog. (Leguminos.).

»Assinée-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* A. Juss. (Meliac.).
»Assoré-Mahagoni«
= *Entandrophragma Candollei* Harms (Meliac.).
»Atori-Mahagoni«
= *Entandrophragma utile* Dawe et Sprag. (Meliac.).
»Axim-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
»Bakabiringui-Mahagoni«
= *Entandrophragma macrophyllum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma septentrionale* Chev. (Meliac.).
»Bendiguri-Mahagoni«
= *Afzelia bracteata* Vog. (Leguminos.).
»Benin-Mahagoni«
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
= *Khaya Punchii* Stapf. (Meliac.).
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
= *Trichilia Prieuriana* Juss. (Meliac.).
»Bilinga-Mahagoni«
= *Sarcocephalus Trillesii Pierre* (Rubiac.).
»Big leaf Mahagoni«
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
»Bossé-Mahagoni«
= *Guarea Thompsonii* Spr. et Hutch. (Meliac.).
»Britisch Guayana-Mahagoni«
= *Carapa guianensis* Aubl. (Meliac.).
»Brown Mahagoni« (African Walnut z. T.)
= *Lovoa Klaineana* Pierre (Meliac.).
= *Lovoa Swynnertonii* Bak. f. (Meliac.).
»Cababa-Mahagoni«
= *Khaya anthoteca* C. D. C. (Meliac.).
»Cedar-Mahagoni«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag. (Meliac.).
= *Entandrophragma excelsum* Sprag. (Meliac.).
»Cailcedra-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
»Cedrat-Mahagoni«
= *Entandrophragma rufum* Chev. (Meliac.).
»Coco-Beach-Mahagoni«
= Benin-Mahagoni.
»Côte d'Ivoire-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma ferrugineum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma macrophyllum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma septentrionale* Chev. (Meliac.).
»Detarr-Mahagoni«
= *Detarium senegalense* Gnel. (Leguminos.).
»Demerara-Mahagoni«
= *Carpa procera* C. D. C. (Meliac.).
»Dita-Mahagoni«
= *Carpa procera* C. D. C. (Meliac.).
»Dubina-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
»Dubini-Mahagoni« (Goldküste)
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
»Edjun-Mahagoni«
= *Canarium Mansfeldianum* Engl. (Burserac.).
»Effno-Mahagoni« (-brodidwa, -konkonti)
= *Entandrophragma utile* Daw. et Spr. (Meliac.).
»Emido-Mahagoni«
= *Mimusops multinervis* Bak. (Sapotac.).
»Gabun-Mahagoni«
= *Khaya Klainei* Pierre (Meliac.).
= *Khaya anthoteca* (Welw.) D. C. (8) (Meliac.).
= *Entandrophragma Pierre* Chev. (Meliac.).
= *Sarcocephalus Diderrichii* Willd. (Rubiac.).
= *Aucoumea* (*Boswellia*) *Klaineana* Pierre (Burserac.).
= *Canarium Mansfeldianum* Engl. (Burserac.).
= *Canarium Schweinfurthii* Engl. (Burserac.).
»Gambia-Mahagoni« (Acajou du Sénégal)
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
= *Khaya Klainei* Pierre (Meliac.).
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
= *Khaya Punchii* Stapf. (Meliac.).
»Geflecktes Mahagoni«
= *Entandrophragma Candollei* Harms (Meliac.).
»Gogo-Mahagoni«
= *Carapa gogo* Chev. (Meliac.).
= *Carapa velutina* C. D. C. (Meliac.).
»Goldküsten-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
»Grand Bassam-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).

»Hazomena-Mahagoni«
= *Khaya madagascariensis* J. et P. (Meliac.).
»Heavy mahogany«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag. (Meliac.).
»Hie-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
»Jallow-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
»Ibeka-Mahagoni«
= *Khaya euryphylla* Harms (Meliac.).
»Jebu-Mahagoni«
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag. (Meliac.).
»Ijebo-Mahagoni«
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag.
»Ikpwapobo-Mahagoni«
= *Entandrophragma Candollei* Harms (Meliac.).
»Ikwabobo-Mahagoni«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
»Kaiguigo-Mahagoni«
= *Entandrophragma rufum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma macrophyllum* Chev. (Meliac.).
»Kamerun-Mahagoni«
= *Khaya euryphylla* Harms (Meliac.).
= *Khaya Klainei* Pierre (Meliac.).
= *Entandrophragma Rederi* Harms (Meliac.).
Entandrophragma Candollei Harms (Meliac.).
»Kap-Mahagoni«
= *Ptaeroxylon obliquum* (Thumb.) Radelk. (Meliac.).
= *Trichilia emetica* Vahl. (Meliac.).
»Kapensisches Mahagoni«
= *Ptaeroxylon obliquum* (Thumb.) Radelk. (Meliac.).
»Kap-Lopez-Mahagoni«
= *Sarcocephalus Diderichii* (Rubiac.).
»Keiguo-Mahagoni«
= *Entandrophragma septentrionale* Chev. (Meliac.).
»Keiwgo-Mahagoni«
= *Entandrophragma septentrionale* Chev. (Meliac.).
»Kino-Mahagoni«
= *Ricinodendron Heudelotii* Pierre (Euphorbiac.).
»Konta-Mahagoni«
= *Afzelia bracteata* Vog. (Leguminos.).
»Lagos-Mahagoni«
= *Trichilia Prieuriana* Juss. (Meliac.).
»Liberia-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
»Libreville-Mahagoni«
= *Aucoumea Klaineana* Pierre (Burserac.).
»Locobo-Mahagoni« (Elfenbeinküste)
= *Entandrophragma ferrugineum* Chev. (Meliac.).
»Madagaskar-Mahagoni«
= *Khaya madagascariensis* J. et P. (Meliac.).
»Madeira-Mahagoni« (hell)
= *Persea indica* Spreng. (Laurac.).
»Makua-Mahagoni« (Elfenbeinküste)
= *Entandrophragma macrophyllum* Chev. (Meliac.).
»Mbolo-Mahagoni«
= *Entandrophragma Bussei* Harms (Meliac.).
»Mbossé-Mahagoni«
= *Guarea Thompsonii* Sprag. et Hutch. (Meliac.).
»Muandara-Mahagoni«
= *Ptaeroxylon obliquum* (Thumb.) Radelk. (Meliac.)
»Muondo-Mahagoni«
= *Entandrophragma Bussei* Harms (Meliac.).
»Muondue-Mahagoni«
= *Entandrophragma Bussei* Harms (Meliac.).
»Mussangue-Mahagoni«
= *Khaya anthoteca* C. D. C. (Meliac.).
»Natal-Mahagoni«
= *Kiggelaria Drageana* Turea (Flacourtiac.).
= *Trichilia emetica* Vahl. (Meliac.).
»Nigeria-Mahagoni«
= *Khaya Punchii* Stapf (Meliac.).
»Njókuboré-Mahagoni«
= *Entandrophragma Rederi* Harms (Meliac.).
»Njokubwele-Mahagoni«
= *Entandrophragma Rederi* Harms (Meliac.).
»Nsamgilla-Mahagoni«
= *Khaya Klainei* Pierre (Meliac.).
»Obega-Mahagoni«
= *Canarium Schweinfurthii* Eng. (Burserac.).

»Oganwe-Mahagoni«
= *Khaya senegalensis* Juss. (Meliac.).
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
»Ogipogo-Mahagoni«
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag. (Meliac.).
»Ogwangu-Mahagoni«
= *Khaya grandis* Stapf. (Meliac.).
»Okoumé-Mahagoni«
= *Aucoumea Klaineana* Pierre (Burserac.).
»Okwen-Mahagoni«
= *Ricinodendron Heudelotii* Pierre (Euphorbiac.).
»Opapao-Mahagoni«
= *Afzelia africana* S. (Leguminos.).
»Penkwa-Mahagoni«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
»Punkwa-Mahagoni«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
»Quibaba da Mussangue-Mahagoni«
= *Khaya anthoteca* C. D. C. (Meliac.).
»Quibaba da Queta-Mahagoni«
= *Entandrophragma angolensis* (Wel.) C. D. C. (Meliac.).
»San Thomé-Mahagoni«
= *Carapa gogo* Chev. (Meliac.).
= *Carapa velutina* C. D. C. (Meliac.).
»Sapele- oder Sapeli-Mahagoni«
= *Entandrophragma Candollei* Harms (Meliac.).
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
= *Entandrophragma utile* Daw. et Sprag. (Meliac.).
»Scented mahogany«
= *Entandrophragma. Candollei* Harms (Meliac.).
»Scented Mahogany-Cedar«
= *Carapa procera* C. D. C. (Meliac.).
»Secondi-Mahagoni«
= *Khaya ivoriensis* Chev. (Meliac.).
= *Khaya senegalensis* A. Juss. (Meliac.).
»Tiama-Tiama-Mahagoni«
= *Entandrophragma cylindricum* Sprag. (Meliac.).
= *Entandrophragma ferrugineum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma macrophyllum* Chev. (Meliac.).
= *Entandrophragma septentrionale* Chev. (Meliac.).
»Togo-Mahagoni«
= *Khaya Kerstingii* Engl. (Meliac.).
»Uhi-Mahagoni«
= *Khaya Punchii* Stapf. (Meliac.).
»Uóhu-Mahagoni«
= *Entandrophragma Rederi* Harms (Meliac.).
»White Mahogany«
= Weißes Mahagoni.
»White barked Mahogany«
= *Khaya anthoteca* (Welw.) C. D. C. (Meliac.).
»Weißes Mahagoni« (Goldküste)
= *Khaya anthoteca* C. D. C. (Meliac.).
= *Piptadenia africana* Hook (Leguminos.).
= *Santiriopsis Klaineana* Pierre (Burserac.).
»Westafrikanisches Mahagoni«
= *Entandrophragma excelsum* Sprag. (Meliac.).
»Woú-Mahagoni«
= *Entandrophragma Rederi* Harms (Meliac.).

b) Zusammenstellung der afrikanischen Mahagonis nach ihren Stammpflanzen.

Afzelia africana S.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Opapao-Mah.«.
Afzelia bracteata Vog.
= »Aligna-Mah.«, »Bendiguri-Mah.«, »Konta-Mah.«.
Aucoumea Klaineana Pier.
= »Okumé-Mah.«, »Gabun-Mah.«, »Libreville-Mah.«.
Canarium Mansfeldianum Engl.
= »Adjuh-Mah.«, »Edjun-Mah.«, »Gabun-Mah. z. T.«.
Canarium Schweinfurthii Engl.
= »Obega-Mah.«, »Gabun-Mah. z. T.«.
Carapa gogo Chev.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Gogo-Mah. z. T.«, »San Thomé-Mah. z. T.«.
Carapa guianensis Aubl.
= »Britisch-Guayana-Mah.«
Carapa procera C. D. C.
= »Scented-Mahogany-Cedar«, »Demerara-Mah.«.
Carapa velutina C. D. C.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Gogo-Mah. z. T.«, »San Thomé-Mah. z. T.«.
Detarium senegalense Gnel.
= »Detarr-Mah.«, »Dita-Mah.«.

Entandrophragma angolensis (Welw.) C. D. C.
= »Quibaba da Queta-Mah.«.

Entandrophragma Bussei Harms.
= »Mbolo-Mah.«, »Muondo-Mah.«, »Mouondue-Mah.«.

Entandrophragma Candollei Harms.
= »African-Mah.«, »Assoré-Mah.«, »Ikpwapobo - Mah.«, »Kamerun - Mah. z. T.«, »Sapele-Mah. z. T.«, »Scented mah.«, »Geflecktes Mah.«.

Entandrophragma cylindricum Sprag.
= »Cedar-Mah. z. T.«, »Goldküsten-Mah. z. T.«, »Heavy mah. z. T.«, »Ikpwapobo-Mah. z. T.«, »Penkwa-Mah.«, »Sapele-Mah. z. T.«, »Tiama-Tiama-Mah. z. T.«.

Entandrophragma excelsum Sprag.
= »Cedar-Mah. z. T.«, »Westafrikanisches Mah.«.

Entandrophragma ferrugineum Chev.
= »Côte d'Ivoire-Mah. z. T.«, »Locobo-Mah.«, »Tiama-Tiama-Mah. z. T.«.

Entandrophragma macrophyllum Chev.
= »Bakabiringue-Mah. z. T.«, »Kaiguigo-Mah. z. T.«, »Makua-Mah.«, »Tiama-Tiama-Mah. z. T.«, »Côte d'Ivoire-Mah. z. T.«.

Entandrophragma Pierrei Chev.
= »Gabun-Mah. z. T.«.

Entandrophragma Rederi Harms.
= »Buela ba nyóu-Mah.«, »Kamerun-Mah. z. T.«, »Njokuboré-Mah.«, »Njokubwale-Mah.«, »Uóhu-Mah.«, »Woú-Mah.«.

Entandrophragma rufum Chev.
= »Cedrat-Mah.«, »Kaiguigo-Mah. z. T.«.

Entandrophragma septentrionale Chev.
= »Bakabiringue-Mah. z. T.«, »Keiguo-Mah.«, »Keiwgo-Mah.«, »Tiama-Tiama-Mah. z. T.«, »Côte d'Ivoire-Mah. z. T.«.

Entandrophragma utile Dawe et Sprag.
= »Atori-Mah.«, »Cedar-Mah. z. T.«, »Effno-Mah.«, »Heavy mah. z. T.«, »Jebu-Mah.«, »Ogipogo-Mah.«, »Sapele-Mah. z. T.«.

Guarea Thompsonii Spr. et Hutch.
= »Bossé-Mah.«, »Mbossé-Mah.«.

Khaya anthoteca C. D. C.
= »Cababa-Mah.«, »Gabun-Mah. z. T.«, »Nussangue-Mah.«, »Quibaba da Mussangue-Mah.«, »Weißes Mah.« (Goldküste), »White barked Mah.«

Khaya grandifolia Stapf.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Lagos-Mah. z. T.«.

Khaya grandis Stapf.
= »Benin-Mah. z. T.«, »Gambia-Mah. z. T.«, »Goldküsten-Mah. z. T.«, »Oganwo-Mah. z. T.«, »Ogwangu-Mah.«, »Coco-Beach-Mah. z. T.«, »Bigleaf Mah.«.

Khaya ivoriensis Chev.
= »Axim-Mah.«, »Côte d'Ivoire-Mah. z. T.«, »Dubini-Mah. z. T.«, »Grand-Bassam-Mah.«, »Secondi-Mah.«, »Liberia-Mah.«, »Goldküsten-Mah.«.

Khaya Kerstingii Engl.
= »Togo-Mah.«.

Khaya Klainei Pierre.
= »Gabun-Mah. z. T.«, »Gambia-Mah. z. T.«, »Kamerun-Mah. z. T.«, »Nsamgilla-Mah.«, »Afrikanisches Mah.«, »Kamerun-Mah. z. T.«.

Khaya madagascariensis J. et P.
= »Madagaskar - Mah.«, »Hazomena-Mah.«.

Khaya Punchii Stapf.
= »Benin-Mah. z. T.«, »Gambia-Mah. z. T.«, »Nigeria-Mah.«, »Coco-Beach-Mah. z. T.«, »Uhi-Mah.«.

Khaya senegalensis A. Juss.
= »Acajou du Sénégal«, »Assiné-Mah.«, »Benin-Mah. z. T.« »Cail cedra-Mah.«, »Dubina-Mah.«, »Gambia-Mah. z. T.«, »Hie-Mah.«, »Jallow-Mah.«, »Lagos-Mah.«, »Oganwo-Mah. z. T.«, »Coco Beach-Mah. z. T.«, »Secondi-Mah. z. T.«.

Khaya euryphylla Harms.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Ibeka-Mah.«, »Kamerun-Mah. z. T.«, »Lagos-Mah. z. T.«.

Kiggelaria Drageana Tur.
= »Natal-Mah.«.

Lovoa Klaineana Pierre.
= »Brown Mah. z. T.«, »African walnut z. T.«.

Lovoa Swynnertonii Bak. f.
= »Brown Mah. z. T.«.

Mimusops multinervis Baker.
= »Agonokwi-Mah.«, »Emido-Mah.«.

Persea indica Spreng.
= »Madeira-Mah., hell« (Teneriffa).

Piptadenia africana Hook.
= »Weißes-Mah. (Goldküste) z. T.«.

Ptaeroxylon obliquum (Thumb.) Radlk.
= »Kapensisches - Mah.«, »Muandara - Mah.«, »Kap-Mah.«.
Rhizinodendron africanus Muell.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«.
Rhizinodendron Heudelottii Pierre.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Kino-Mah.«, »Okwen-Mah.«.
Santiriopsis Klaineana Pierre.
= »Weißes Mah. z. T.«.
Sarcocephalus Diderichii Willd.
= »Gabun-Mah. z. T.«, »Kap - Lopez - Mah.«.
Sarcocephalus Trillesii Pierre.
= »Bilinga-Mah.«.
Trichilia emetica Vahl.
= »Kap-Mah. z. T.«, »Natal-Mah. z. T.«.
Trichilia Prieuriana A. Juss.
= »Afrikanisches Mah. z. T.«, »Benin-Mah. z. T.«, »Lagos-Mah. z. T.«, »Coco-Beach-Mah. z. T.«.

c) Beschreibung der wichtigsten afrikanischen Mahagonis.

Im allgemeinen befinden sich unter den afrikanischen Mahagonis recht gute Hölzer, die sich für die Herstellung von Möbeln usw. als sehr geeignet erwiesen haben. Das Holz ist jedoch durchschnittlich nicht von gleich guter Qualität wie das echte westindische und sonstige amerikanische Mahagoni. Die Qualität, wechselt je nach der Verschiedenheit der botanischen Abstammung der jeweiligen Afrikaprovenienz. Das Holz ist durchweg gröberfasrig, gilt als termitensicher, ist jedoch nicht so dicht und fest wie das amerikanische Mahagoniholz. Außerdem ist es stark kern- und ringrissig, so stark, daß manche Blöcke fast wertlos sind. Im Preis ist afrikanisches Mahagoniholz billiger; ein Vorzug besteht darin, daß es durchschnittlich stärker dimensioniert ist (siehe auch 5, 91).

Eine umfassende Beschreibung der afrikanischen Mahagoniarten ist zur Zeit, wegen Fehlens einwandfreien Bestimmungsmaterials noch nicht möglich. Howard (93) hat den Versuch gemacht, die afrikanischen Mahagonis nach den Handelssorten zu gruppieren. Natürlich bieten diese Gruppen keine Gewähr für genaue botanische Abstammung.

Wertvoller sind die Arbeiten von Dixon (142), welcher einen Schlüssel zur Bestimmung der von ihm untersuchten westlichen, afrikanischen, asiatischen und australischen Mahagonis bringt, ferner der Schlüssel zur Bestimmung der echten und der Ersatz-Mahagonihölzer von Record. Dieser Schlüssel umfaßt die meisten der dem Handel als »Mahagoni« bekannten Hölzer. Es werden Vertreter von 13 Familien und 27 Gattungen beschrieben; 11 Gattungen gehören zu den Meliaceen. Einige wichtige afrikanische Mahagonihölzer fehlen, infolge Mangels an authentischem Untersuchungsmaterial. Der Umfang der Recordschen Arbeit verbietet eine Aufnahme in diesen Abschnitt, weswegen hier nur auf den Recordschen Besimmungsschlüssel verwiesen sei.

1. Lovoa-Hölzer.

α) Stammpflanze und Familie: *Lovoa Swynnertonii* Bak. fil. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Brown Mahagoni z. T.« (nach Engler).

Heimat: Bis 50 m hoher Baum des Gazalandes (Afrika).

Holzcharakteristik: Der Baum liefert ein sehr dauerhaftes, oft kreuzkörniges und schwer zu bearbeitendes Holz, dessen Splint dunkelweiß, dessen Kern graubraun ist. (Nähere Angaben können zur Zeit nicht gemacht werden.)

β) Stammpflanze und Familie: *Lovoa Klaineana* Pierre. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Brown Mahagoni z. T.«, »African walnut z. T.«, »Noyer d'Afrique«, »Ana momilla«.

Heimat: 30—40 m hoher Baum des tropischen Afrika. (Goldküste, Nigerien, Südkamerun, Gabun, Liberia, Sierra Leone.)

Holzcharakteristik: Splintholz weißlich, schmal, Kernholz grau, bis walnußbraun, mit rosafarbigem Einschlag, zuweilen mit sehr auffälligen dunkelbraunen oder schwarzen Streifen, helleren und glänzenden Flecken und schwach zedernartigem Geruch. Der Faserverlauf erinnert an »Okuméholz« (s. dieses Nr. 126, VI, c, 6). Die Textur ist etwas feiner als beim gewöhnlichen Mahagoni, die Gefäßporen häufig länger.

Anatomische Holzcharakteristik: (Siehe Schlußbemerkung 2).

Beschaffenheit: Fest, mäßig hart, gut zu hobeln und zu nageln, leicht zu

sägen, weniger gut spaltbar, im Freien nicht termitensicher, schwindet und wirft sich wenig. Das Holz besitzt angenehmen Glanz und neigt zum Nachdunkeln.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,514 (nach Chevalier).

Verwendung: Wie Walnußbaumholz (siehe dieses II, 33).

Bemerkungen: 1. Das Holz wurde 1906 als »African walnut« auf den liver pooler Markt gebracht und seitdem als solches im Handel weitergeführt. 2. Dixon (142) unterscheidet zwei Typen des »African walnut«.

Typ I. Holzcharakteristik: Holz olivbraun, glänzend, hell und dunkel gezont, mit gelegentlich schwarzen Streifen und deutlichem Lichtspiel. Parenchymbänder gewöhnlich in weiten und unregelmäßigen Zwischenräumen von 0,5 bis mehr als 3,0 cm Abstand, oft mit schwarzen Ablagerungen in den Interzellularräumen.

Anatomische Holzcharakteristik: Hirnflächenschnitt: Gefäße rund, vereinzelt oder zu 2 bis 10 in radialen Gruppen, 12—30 auf 2 mm, 0,20 mm diam., oft mit dunklem Inhalt. Holzfasern dickwandig, regelmäßig, 6—20 zwischen den Markstrahlen. Holzparenchym in der Umgebung der Gefäße, häufig tangential ausstrahlend oder in Bändern, die einen unregelmäßigen Abstand voneinander haben, etwa 30 Zellen breit, mit schizogenen Zwischenräumen, welche mit dunklen Ablagerungen ausgefüllt sind. Markstrahlen deutlich, ein- bis mehrschichtig. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen ziemlich gleichförmig groß, in unregelmäßigen Abständen, 30—35 auf 2 mm, 0,12 bis 0,53, meist 0,40 mm hoch, 0,02—0,07, meist 0,05 mm breit, 1—5-, oft vierschichtig. Rand- und Mittelzellen oft mit dunklem Inhalt. Holzfasern erscheinen in dieser Schnittfläche nicht gefächert. Im radialen Längsschnitt sind die Markstrahlrandzellen sehr deutlich, die Holzfasern gefächert, häufig mit Kristallreihen.

Typ II. Dieser unterscheidet sich vom Typ I vornehmlich durch spärliche und unregelmäßig verlaufende Holzparenchymbänder.

3. Hier und da wird auch das Holz von *Coula edulis* Bn. (Olacaceae) und von einigen Arten der Gattung *Vitex* (Verbenaceae) aus Gabun unter dem Namen »Walnut« gehandelt.

2. Carapa-Hölzer.

a) Stammpflanze und Familie: *Carapa guianensis* Aubl. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Britisch Guayana-Mahagoni«, »Crabwood«, »Asoroa«.

Heimat: Bis 36 m hoher Baum des tropischen Afrika. (Britisch-Guiana, Trinidad.)

Holzcharakteristik (142): Rotes, bis rötlich braunes, mahagoniähnliches, glänzendes Holz mit Lichtspiel. Gefäßporen mehr oder weniger deutlich gezont. Gelegentlich tritt eine stark poröse Zone auf, oft mit schwarzem und zuweilen weißem Inhalt. Holzfasern braun. Markstrahlen orangerot. Holzparenchymbänder fein, 0,3—25 mm voneinander entfernt.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäßporen vereinzelt oder zu mehreren in kleinen Gruppen; 10—25 Gruppen auf 2 mm, 0,21 mm diam. In den Gefäßen schwarzer oder heller Inhalt. Holzfasern dickwandig, in schmalen, tangentialen Zonen, zuweilen radial zusammengedrückt. Holzparenchym an den Gefäßen 1 oder 2 Zellen breit, oft mit dunklem Inhalt. Holzparenchymbänder 2—4 Zellen breit, ohne Inhalt. Markstrahlen ein bis mehrschichtig, ohne Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig groß, nach den Enden zu sich allmählich scharf verjüngend, 30—40 auf 2 mm, durchschnittlich 0,52—0,92 mm hoch, etwa 0,03—0,04 mm weit, 1—4-, meist 3—4 schichtig. Markstrahlrandzellen 1—5 Zellen tief, meist ohne Inhalt, Mittelzellen dickwandig, oft mit Inhalt. Holzfasern deutlich gefächert. Radialer Längsschnitt: Markstrahlrandzellen rechtwinklig, quadratisch oder länglich, im letzteren Fall oft vertikal.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, sehr zäh, glänzend, gut zu bearbeiten, dunkelt sehr stark nach und nimmt beim Polieren eine mehr walußholzähnliche Farbe an, neigt zu Kernrissen und reißt beim Trocknen leicht. Im geölten Zustand

unterscheidet das Holz sich kaum vom Walnußbaumholz.

Prüfung: Die Angaben über das spez. Gewicht weichen stark voneinander ab, wohl infolge der verschiedenen Farbvarietäten des Holzes.

Spez. Lufttrockengewicht: 0,620—0,700 (nach Dixon); 0,349—0,894 (nach Boulger). Die rote Sorte hat ein spez. Lufttrockengewicht von 0,792, die weiße Sorte von 0,472.

Verwendung: Schönes, wertvolles Möbelholz, auch für Schiffsbau und Masten. In der Drechslerei sehr geschätzt.

Bemerkung: Das »Crabwood« gelangt meist in 12 m langen und 20—30 cm dicken Blöcken in den Handel, hie und da findet es sich auch in längeren und dickeren Exemplaren.

β) Stammpflanze und Familie: *Carapa procera* C. D. C. — Meliaceae.

Botan. Synonym: *C. guineensis* Sweet., *C. guyanensis* Oliv.

Nomenklatur: »Krappa-Holz«, »Crabwood«, »Scented Mahagoni«, »Cedar«, »Demerara-Mahagoni«.

Heimat: Kleiner Baum des trop. Afrika (Guineensisches Waldgebiet von Senegambien bis zum Kongobecken, Angola, Kamerun, Nigerien, Togo, Liberia, Sierra Leone, Niederländisch Guayana).

Holzcharakteristik: Das Holz sieht dem echten Mahagoni sehr ähnlich, lebhaft braun, bis tief bräunlich weinrot, mit unregelmäßigen dunklen und hellen Streifen und Zonen, glänzend, mit Lichtspiel. Wuchszonen deutlich, Gefäße undeutlich gezont. Markstrahlen mit bloßem Auge gut erkennbar. Holzparenchym in feinen, unregelmäßig voneinander entfernt liegenden, weniger deutlichen Bändern, hie und da sind die Bänder dicker und verteilen sich in eine Anzahl feinerer Streifen.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäßporen vereinzelt oder zu 2—5 in kleinen Gruppen, 6—14 Gruppen auf 2 mm, bis 0,25 mm diam., oft mit dunklem Inhalte. Holzfasern dickwandig. Holzparenchym umgibt die Gefäße mit einer nur 1 Zelle breiten Schicht, die infolge des dunklen Inhaltes deutlich hervortritt oder verläuft hie und da in leeren, undeutlichen, 1—4 Zellen breiten Querbändern. Markstrahlen deutlich, ein- bis mehrschichtig, oft mit dunklem Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig in Größe und Anordnung, sich allmählich verjüngend, etwa 30—35 auf 2 mm, durchschnittlich 0,75—1,30 mm hoch, 4—60 Zellen umfassend oder 0,02 bis 0,08 mm breit, ein- bis vierschichtig. Holzparenchymzellen grenzen häufig faserartig an Markstrahlen an. Holzfasern 1—6, zwischen den Markstrahlen, oft deutlich gefächert. Radialer Längsschnitt: Markstrahlrandzellen viereckig oder vertikal-länglich, mit rundem Lumen; Markstrahlmittelzellen horizontal gestreckt.

Beschaffenheit: Hartes Holz. Es ist dem echten Mahagoni sehr ähnlich, aber von gröberer Textur und schwerer zu polieren.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,660—0,800 (nach Dixon). Bruchmodulus: 650 kg je 1 qcm. Elastizitätsmodulus: 120 kg je 1 qcm (nach Plaschaert).

Verwendung: Wie echtes Mahagoniholz. In der Heimat wird das Holz viel zu Häuserbauten verarbeitet.

Bemerkungen: 1. *Carapa procera* soll nach Beauverie auch das »Afrikanische oder Senegal-Mahagoni«, ferner das »Acajou de Madère« und »Cailcedra-Holz« liefern.

2. Möglicherweise entspricht das Holz von *C. procera* und auch das von *C. guianensis* Aubl. dem »Lowland«- und »Highland-Crabwood« (126).

3. Trichilia-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Trichilia emetica* Vahl. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Kap-Mahagoni z. T.«, »Natal-Mahagoni z. T.«, »Essenhout«, »adyanya peso« (Togo).

Heimat: Kleiner bis mittelgroßer Baum Togos, Nordkameruns, Senegambiens und Ostafrikas (Abessinien, vorm. Deutsch-Ostafrika, Natal).

Holzcharakteristik (142): Holz hell lederfarben bis bräunlich grau, schwach glänzend, mit Lichtspiel. Gefäße undeutlich gezont, tangential durch kurze, wellenförmige Holzparenchymbänder mit-

einander verbunden. Hie und da dunkle nicht unterbrochene Holzparenchymbänder.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße verstreut, einzeln oder meist zu 2—8 in Radialreihen oder Gruppen, 30 bis 40 Gruppen auf 2 mm, leicht tangential zusammengedrückt, bis 0,14 mm diam. Gewöhnlich laufen die Gefäßreihen in radialer Richtung parallel mit Reihen von Tracheiden und Holzfasern. Holzfasern derbwandig, 2—6 zwischen den Markstrahlen. Holzparenchym an den Gefäßen 1—4 Zellen breit, deutlich hervortretend und sich von diesen in schräg tangentialer Richtung bandförmig bis zu anderen Gefäßen erstreckend und so die Gefäße miteinander verbindend. Markstrahlen deutlich, 1—2-schichtig. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen in Größe und Anordnung unregelmäßig, etwa 150 auf 2 mm, 0,12 bis 0,64, meist 0,30 mm hoch, 5—30 Zellen umfassend, 0,01—0,05 mm breit, 1—2-schichtig. Markstrahlrandzellen undeutlich. Holzparenchymzellen rechtwinklig. Holzfasern nicht gefächert. Im radialen Längsschnitt sind die Holzfasern ebenfalls ungefächert und die Holzparenchymzellen rechtwinklig.

Beschaffenheit: Hart, fest, gut zu hobeln (ohne daß Jahresringe hervortreten), gut polierfähig, wirft sich und schwindet wenig, neigt zur Wurmstichigkeit.

Verwendung: Wertvolles Möbelholz, auch beim Haus- und Schiffsbau verarbeitet.

4. Khaya-Hölzer.

α) Stammpflanze und Familie: *Khaya senegalensis* Juss. (Meliaceae).

Nomenklatur: »Gambia-Mahagoni«, »Cail cedra«, »Madeira-Mahagoni«.

Heimat: Sehr großer, bis 36 m hoher Baum des südlichen Senegambiens bis zum Nigergebiet. (Guinea, Sierra Leone, Goldküste, Togo, Kamerun), vergl. auch Sim. (47).

Holzcharakteristik (5,87; 6,21): Das Holz ist dem des echten Mahagoni ähnlich, doch tiefer rotbraun, von stärkerem Glanze und dichterer Textur. Auf dem Querschnitt wechseln hellere, gefäßreichere Querzonen mit dunkleren, gefäßärmeren ab. In ungleichen Abständen zeigen sich einzelne helle Querlinien. Markstrahlen nicht in Stockwerken angeordnet, deutlicher, als beim echten Mahagoniholz; sie treten im Lupenbild auf der Querschnittsfläche auffällig hervor.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 87): Gefäße 0,08—0,25, häufig 0,15 mm weit, einzeln oder 2—3, seltener zu mehreren in Radialreihen. Gefäßtüpfel wie beim echten Mahagoni (siehe das.). Markstrahlen zerstreut, meist 5—7 Zellen breit, 0,30—0,60 mm hoch, manche schmäler bis einschichtig. Markstrahlkantenzellen 50—100 μ hoch, Mittelzellen nur 8—27 μ hoch, hier durchschnittlich kleiner aber dickerwandig als beim echten Mahagoni. Kantenzellen in radialer Richtung kürzer als die übrigen, meist mit Kalziumoxalatkristallen, welche gewöhnlich groß sind und die Zellen ganz oder nahezu ausfüllen, mitunter aber auch als schmale, an den Enden zugespitzte Prismen in den Zellen liegen. Holzfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, durch sehr zarte Querwände wenig auffällig gefächert. (Die Fächerung ist leicht zu übersehen und nur durch genaue Untersuchung festzustellen.) Holzparenchym reichlich in der Umgebung der Gefäße, außerdem auch in einzelnen meist schmalen Querbändern.

Beschaffenheit: Hart, schwer, weniger leicht zu bearbeiten als echtes Mahagoni.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: Nach Wiesner: 0,91 (23,3). (Diese Angabe steht mit der bei dem afrikanischen Mahagoni gegebenem stark im Widerspruch; es dürfte sich hierbei entweder um eine andere Holzart, oder um das spez. Grüngewicht handeln.)

Inhaltsstoffe: Wände aller Elemente rötlichbraun, die der Markstrahlen meist erheblich dunkler als die der helleren Fasern. Der Inhalt der Gefäße oder einzelner Markstrahlen besteht aus rotbraunem bis blutrotem Gummi; dieser setzt sich aus Arabin und Galakton zusammen und enthält das Enzym Oxydase.

Verwendung: Vornehmlich in der Möbel- und Luxustischlerei, für feinere Arbeiten, als Furnierholz. Ferner zu Kästen

für Mikroskope, Wagen, Gewichte und dergleichen.

Bemerkungen: 1. Nach Semler (12, 10) soll man in England unter »Madeira-Mahagoni« das von den Bahamainseln in kleinen, etwa 1 m langen und 15—20 cm starken Blöcken in den Handel gebrachte, tiefrote, sehr dichte, meist gemaserte Mahagoni verstehen und es auch mit »Nassau-Mahagoni« bezeichnen. Dieses stammt nach Busch (27, 2) vielleicht von *Swietenia mahagoni* L. Ein anderes helleres »Madeira-Mahagoni« kommt von Teneriffa in den Handel und stammt von *Persea indica* Spreng.

2. Nach Busch (27) und Chevallier (8, 2) soll *Khaya senegalensis* jetzt nicht mehr angebaut werden, dagegen *K. ivoriensis* A. Chev. von Liberia bis zur Goldküste große Mengen Mahagoni liefern.

3. Nach Boulger (100) liefert auch *Entandrophragma Candolli* (Kongostaat) ein weiteres »Cail-cedra-Holz«, welches bei den Eingeborenen den Namen »Caïl« führt.

4. Das »Gambir-Mahagoni« ist nach Unwin (36) selten in über 6 m starken Blöcken erhältlich, da der Schaft häufig nicht gerade ist. Nach demselben Autor bildet dieser Mahagonibaum die ursprüngliche Quelle des »Afrikanischen Mahagonis«, und war auch der erste Baum, von dem man es erhielt. Noch jetzt ist er einer der vorherrschenden Bäume an den Ufern des Gambia. Dieses Mahagoni wird als ein geringwertiges »Baywood« betrachtet, sein Holz ist hell, von geringer Maserung, schwer zu hobeln, aber in gehobeltem Zustande von glänzender und in abwechselnden Bändern welliger Oberfläche, sehr gedreht, fasrig, aber leicht zu sägen und zu drehen. Sein Gewicht beträgt 663,6 kg je 1 cbm.

β) Stammpflanze und Familie: *Khaya anthotheca* (Welw.) C. D. C. Meliaceae.

Nomenklatur: »White Mahogany«, »White barked Mahogany«, »Cababa«, »Quibaba de Mussengue«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum des tropischen Afrika (Angola, Nigerien, Goldküste (?) und südliches Vorland des vorm. Deutsch-Ostafrika — Uganda).

Holzcharakteristik: Splint weißlich. Kernholz frisch geschnitten mehr rötlichbraun bis hellgräulich braun, der Luft ausgesetzt typisch mahagonibraun werdend, feinfaserig, mit welliger Zeichnung, Lichtspiel und glänzendem Längsschnitt. Gefäße deutlich sichtbar, in Zonen angeordnet. Markstrahlen als rötliche Streifchen deutlich hervortretend. Holzparenchymbänder breit, etwa 0,5 cm voneinander entfernt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder zu mehreren in radialen, gestreckten Gruppen, hie und da auch in tangentialer Anordnung, etwa 15—20 Gruppen auf 2 mm, Gefäße mit rundem Querschnitt und bis 0,35 mm diam., in den Gefäßen kein Inhalt. Holzfasern dünnwandig. Holzparenchym bettet die Gefäße ein und verläuft in breiten Querbändern. Markstrahlen unregelmäßig, im Tangentialschnitt seitlich stärker ausgebaucht, etwa 25 auf 2 mm, 0,70—1 mm hoch, bis 0,084 mm breit, 2—7-schichtig, meist 5—6-schichtig, selten auch einschichtig. Markstrahlenden mehrere Zellen lang, oft mit Kristallen, Randzellen palisadenförmig, Mittelzellen rundlich, kleiner, oft mit dunklem Inhalt.

Beschaffenheit: Dauerhaft, ziemlich fest, leichter und heller als das Holz anderer Khaya-Arten, dicht, im allgemeinen gut zu bearbeiten, neigt aber zu Störungen beim Hobeln, poliert sich leicht und gut.

Prüfung: Gewicht bei ungefähr 15 % Feuchtigkeitsgehalt: 695,55 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wertvolles, viel verarbeitetes Holz für die Möbeltischlerei und -schreinerei.

Bemerkung: Das Holz wird meistens in Mischung mit anderen Khayahölzern in den Handel gebracht.

5. Entandrophragma-Hölzer.

Zur Gattung *Entandrophragma,* Familie der Meliaceae, gehören eine größere Menge wertvoller, Nutzholz liefernder Bäume, so vor allem *E. Candollei* Harms, welche das bekannte »Sapelemahagoni« liefert. Vielfach findet man in der Literatur Entandrophragmaarten zur Gattung *Pseudocedrela* gerechnet, und umgekehrt. Alle bisher zu *Pseudocedrela* gestellten Bäume gehören jetzt zur Gattung *Entandrophragma,* mit Ausnahme der einzigen Art *Pseudocedrela Kotschyi* (Schweinf.) Harms, einem Baum, welcher das »Hard Cedar mahogany« lie-

fert. Sein Splintholz ist in frisch geschnittenem Zustand fleischfarbig, das Kernholz leicht rotbraun, am Licht nachdunkelnd.

Die wichtigsten Nutzholzlieferanten der Gattung *Entandrophragma* sind:

E. Candollei Harms — »Sapele-Mahagoni«.

E. cylindricum Sprague — »Westafrican cedar«.

E. macrophyllum A. Chev. — »Tiama-Mahagoni z. T.«

E. Pierrei A. Chev. — »Gabun-Mahagoni z. T.«

E. Rederi Harms — »Kamerun-Mahagoni«.

E. septentrionalis A. Chev. — »Tiama-Mahagoni z. T.«.

E. utile Dawe et Sprague — »Heavy Mahogany z. T.«.

E. excelsum Dawe et Sprague.

Die von Wilhelm (5, 89) als »Sekondi«- und »Lagos-Mahagoni« beschriebenen Hölzer gehören nicht zur Gattung *Entandrophragma*, sondern möglicherweise zu *Khaya senegalensis* und anderen *Khaya*-Arten. Das »Lagos-Mahagoni« wird auch von *Trichilia Prieuriana* und anderen *Trichilia*-Arten abgeleitet. Das vom gleichen Autor (5, 88) beschriebene »Sapele-Mahagoni« bezieht sich, wie eingangs erwähnt, nicht auf die Gattung *Pseudocedrela*, sondern auf *Entandrophragma Candollei* Harms (144).

a) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma Candollei* Harms. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Sapelé-Mahagoni«, »Geflecktes Mahagoni«, »African Mahagoni«, »Scented Mahogany«.

Heimat: Bis 36 m hoher Baum Kameruns, Südnigeriens, Britisch-Guineas (von Benin bis Sapele).

Holzcharakteristik (5, 88; 142): Holz satt zimtbraun bis hell kupferfarben, Gefäße schwach sichtbar, gleichmäßig verteilt und annähernd gleich weit, im Lupenbild erscheinen die Gefäße nur spärlich, in schmalen, etwa 3—5 mm voneinander abstehenden Querzonen. (Grenzen von Jahresringen ?). Markstrahlen sehr fein, mit bloßem Auge nicht sichtbar. Holzlängsschnitt sehr deutlich nadelrissig, mehr oder minder »schlicht« oder auffällig gestreift, auf dem, je nach dem Lichteinfall, bald helle, bald dunkle, sehr lebhaft glänzende oder fast glanzlose Längszonen miteinander abwechseln. Zu dieser Zeichnung gesellen sich häufig feinere bis gröbere Längslinien in regelloser Anordnung. Die Markstrahlen bewirken auf der Radialfläche Querstreifen, auf der Tangentialfläche eine feine »Körnelung«. Letztere erscheint unter der Lupe auf dem Radialschnitt als dunklere, mehr oder weniger vollkommen geordnete Strichelung (Abb. 101, 102).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 88; 142): Gefäße 7—8, je 1 qmm, im Querschnitt kreisförmig bis elliptisch, einzeln, 0,12—0,21 mm weit, oder auch paarweise, von meist weitzelligem Holzparenchym in einfacher, doppelter, oder auch mehrfacher Schicht umgeben. Gefäßwände mit äußerst kleinen Hoftüpfeln dicht besetzt; letztere kaum 0,002 mm breit. Das Holzparenchym bildet auch kleine Gruppen, welche sich einzelnen Gefäßen anschließen oder kurze, mehrschichtige Querstreifen, oder in gewissem Abstande durchlaufende, meist 2—4-schichtige Querzonen (Grenzen von Zuwachsringen ?). Außerdem findet sich Holzparenchym auch vereinzelt in den Schichten der Holzgrundmasse. Holzparenchymzellen kurzzellig, häufig mit Kristallkammern. Holzfasern (Sklerenchymfasern, Libriformfasern) bilden die Grundmasse, radial gereiht, oder regellos geordnet, von wechselnder Größe der Form und des Querschnitts und ungleicher Weite und Wanddicke. Die Fasern sind gefächert und tragen spärliche, winzige Tüpfel auf den Radialwänden. Markstrahlen im Tangentialschnitt in ungleich-regelmäßigen Querreihen, meist 4 bis 5 Zellen breit, 0,30—0,50 mm hoch, einzelne kleinere auch nur 1—3-schichtig. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rundlich bis eckig, meist dünnwandig, etwa 0,012—0,024 mm weit, die endständigen oft höher, bis 0,04 und mehr mm hoch. In den Zellen häufig Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Im Querschnitt erscheinen die Markstrahlzellen meist kurz quadratisch oder aufrecht. Einschichtige Markstrahlen enthalten oft in allen Zellreihen Kalziumoxalatkristalle.

Beschaffenheit: Weniger hart und schwer, schwach duftend, ziemlich schlecht spaltend, sehr polierfähig. Entsprechend

behandelt ist das Holz von hervorragender Schönheit, namentlich in »gestreiften und figurierten« Stücken. Solche Stücke führen im Holzhandel den Namen: »Luxus-Mahagoni«.

Abb. 101.
»Figuriertes« Sapele-Mahagoni, nach photographischer Aufnahme aus einem unbearbeiteten Furnierblatt in ⅘ der nat. Größe. Die nähere Ursache dieser eigenartigen, prächtig wirkenden Maserung ist derzeit nicht anzugeben. Nach P. Busch (27) finden sich unter 100 gefällten Bäumen höchstens 1—3 mit derartig »gemustertem« Holz, zuweilen unter 300 und mehr Stämmen nur einer. Wenn vorhanden, soll sich diese Maserung bis in die kleinsten Zweige und auch in die Wurzel verfolgen lassen.

Abb. 102.
Entandrophragma Candollei Harms. Sapele-Mahagoni. *G* Gefäße, *M* Markstrahlen, *H* Holzparenchym. Das Libriformfasergewebe ist fortgelassen. 82/1. W. v. Brehmer.

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Zellen hell bis tief gelbrötlich. In den Markstrahlen und im Holzparenchym lebhaft rotbrauner Inhalt, teils als Wandbelag, teils in rundlichen Tropfen oder Klümpchen. In den Gefäßen starke Abscheidungen eines etwas dunkleren, glänzenden Kernstoffes. Einzelne Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms führen harzähnlichen, gelben Inhalt, in welchem meist erst nach Zusatz von Kalilauge farblose Tröpfchen sichtbar werden, die sich in Alkohol, oft unter Hinterlassung blasiger Hohlräume, rasch lösen. Der gelbe Inhalt wird durch Eisenchlorid nicht verändert, dagegen werden der rotbraune Zell- und Gefäßinhalt, sowie die rötlichbraun gefärbten Wände geschwärzt.

Verwendung: Das wertvolle Holz wird vornehmlich zu Furnieren in der Möbel- und Luxustischlerei verarbeitet.

Bemerkungen: Die Hauptverschiffungshäfen des »Sapele-Mahagoni« sind Sapele und Benin. Benin führt auch den Namen Coco-Beach, daher kommt es, daß das von dort stammende »Sapele-Mahagoni« hie und da auch im Handel den Namen »Coco Beach-Mahagoni« führt. 2. Das bei der Fällung von »Teak-Holz« angewandte Ringelungsverfahren der Bäume, wodurch ein langsamerer Austrocknungsprozeß auf dem Stock erfolgt, wird auch beim Sapele-Mahagoni angewandt und trägt wesentlich zur Verbesserung der Holzqualität bei. 3. Wilhelm beschreibt (5, 88) eine dem echten Sapele-Holze äußerlich sehr ähnliche Holzprobe. Diese entspricht in Beziehung auf den mikroskopischen Bau nicht dem Holz von *Entandrophragma Candollei* Harms.

β) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma cylindricum* Sprague. — Meliaceae.

Botanisches Synonym: *Pseudocedrela cylindrica* Sprague.

Nomenklatur: »West-African cedar«, »Cedar Mahogany«, »Heavy Mahogany z. T.«.

Heimat: Bis über 30 m hoher Baum des tropischen Westafrika (Goldküste, Südnigerien, Kamerun), auch in Uganda.

Holzcharakteristik: Splintholz weiß, verhältnismäßig breit, Kernholz rot-

braun, dunkelt an der Luft nach und wird dunkelbraun. Das frische Holz ist in der Farbe dem Fleisch eines geräucherten Herings nicht unähnlich.

Beschaffenheit: Das Holz ist sehr schwer, wohl das schwerste aller Mahagonihölzer. Es schwimmt gerade noch auf dem Wasser oder sinkt zuweilen unter. Es spaltet, sägt und nagelt sich ziemlich gut, ist jedoch schwer glatt zu hobeln, nicht termitenbeständig; schlecht getrocknet wirft es sich stark. Sehr dauerhaft, besonders bei Innenarbeiten. Im frischen Zustand riecht es etwas nach Bückling.

Verwendung: In der Heimat besonders zum Kanoebau, sonst wertvolles Möbelholz, vor allem für Innenausstattungen.

Bemerkung: 1. Nach Harms (143) dürfte diese Art wahrscheinlich das von S. Soskin erwähnte »Sapelé, Sapelli- oder Prekokoholz« liefern. Soskin unterscheidet in Südnigerien zwei Hauptarten von Mahagoni, von denen die eine das »Scented oder Cedar Mahagoni« liefert, ein sehr wohlriechendes Holz, dessen Geruch aber nicht an den von Zigarrenkisten erinnert.

2. *Entandrophragma cylindricum* ist eine der Hauptmahagonisorten, welche aus den Benin- und Sapele-Waldungen zum Export gelangen, aber im Durchschnitt keinen so hohen Preis haben wie das Khaya-Holz.

γ) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma macrophyllum* A. Chev. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Tiama-Mahagoni z. T.«, »Acajou-Tiama«.

Heimat: Mächtiger, bis 40 m hoher Baum der Regenwälder der Elfenbeinküste, Goldküste und Liberias.

Holzcharakteristik: Das Splintholz ist blaßrot, das Kernholz lichtrot (salmartig). Das Holz ähnelt stark dem »Sapele-Mahagoni« (siehe Nr. 126, VI, c, 5) und wird wie dieses als Mahagoniersatz zur Herstellung von Möbeln, für Innenausstattungen usw. verwendet. Die Hauptverschiffungshäfen für diese Mahagonisorten sind Assiné (Elfenbeinküste), Axim und Sekondi (Goldküste). Nach diesen Ausfuhrhäfen führen die Hölzer im Handel auch die Namen »Assiné-, Axim-, Sekondi-Mahagoni«. Die Assiné- und Axim-Herkünfte liefern die größten Dimensionen.

δ) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma Rederi* Harms. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Kamerun-Mahagoni«, »Njóku boré«, »Buele ba nyou«.

Heimat: Bis 50 m hoher Baum Kameruns (bei Buea).

Holzcharakteristik (5,89): Holz sehr hellfarbig, etwas gelblich oder bräunlich, im Querschnitt mit dunkleren Querzonen und kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen. Letztere heben sich vom dunkleren Grund heller ab und verlaufen etwas wellig. Holzlängsschnitt glänzend, sehr deutlich, doch nicht gleichmäßig nadelrissig, in den Gefäßfurchen rötlich. Die Radialfläche erscheint durch die Markstrahlen querstreifig und die tangentiale Fläche durch letztere im Lupenbild fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 89): Gefäße bzw. Gefäßreihen etwa 3—5 je 1 qmm, einzeln, meist 0,23—0,28 mm weit oder zu 2—4 in Radialreihen, seltener zu mehreren in Gruppen. In den Gefäßen Thyllen, deren Wände gebräunt sind. Die Gefäßwände mit Hoftüpfeln dicht besetzt, letztere rundlich, rundlicheckig bis querelliptisch, mit querspaltförmiger Pore, meist 0,01 mm breit, gegen Markstrahlzellen und Holzparenchymzellen oft auffallend größer und unregelmäßiger geformt, weiterporig und schmäler behöft. Holzfasern (Sklerenchymfasern) bilden die Grundmasse, derbwandig, meist weitlumig, von ungleicher Form und Weite des Querschnitts, radial gereiht oder regellos geordnet, zum Teil zart gefächert. Auf den Radialwandflächen winzige, ungefähr in eine Längsreihe gestellte Tüpfel. Holzparenchym nur an den Gefäßen. Keine Kristallkammern. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist 2—4-schichtig, am häufigsten dreischichtig, nur vereinzelte kleine einschichtig, 0,80 mm hoch. Manche Markstrahlen im Innern mit einem etwa 0,048 mm weiten Zwischenraum (Sekretlücke?) hie und da auch mit zwei solchen Räumen, die gegen die Enden der Markstrahlen verschoben sind. Markstrahlzellen dünnwandig, die Kantenzellen meist groß, dreiseitig, 0,028—0,080 mm hoch, die

übrigen nur 0,012—0,024 mm weit. Im Radialschnitt sind die Kantenzellen höher als breit. Manche von ihnen führen Einzelkristalle von Kalziumoxalat.

Beschaffenheit: Hart, leicht, leicht spaltbar, doch uneben spaltend, ohne bemerkenswerten Geschmack.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlen wie im Holzparenchym krümliger, gelbbrauner Inhalt. Die Fasern führen sattbraune, kugelige Tröpfchen von ungleicher Zahl und Größe. Die Inhalte sind in Alkohol unlöslich, schwärzen sich jedoch mit Eisenchlorid. Die oben erwähnten Zwischenzellräume einzelner Markstrahlen erscheinen im trocknen Holz leer.

Verwendung: Ein wertvolles, dem hellen Mahagoni ähnelndes Nutzholz.

Bemerkung: Nach Büsgen (9) ist das von ihm als »Njoku boré« untersuchte Holz geschmacklos, obwohl die von den Eingeborenen so benannten Bäume Kameruns (*Entandrophragma*-Arten) sehr bitter schmeckendes Holz haben. Vielleicht verliert das Holz seinen bitteren Geschmack während der Aufbewahrung.

ε) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma utile* Dawe et Sprague. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Heavy Mahogany z. T.«, »Short-capsuled Mahogany«. Fälschlich auch »Sapele-Mahagoni« genannt.

Heimat: Bis 30 m hoher, sehr dicker Baum des tropischen Afrika (vorm. Deutsch-Ostafrika, Goldküste, Nigerien, Kamerun).

Holzcharakteristik (142): Holz glänzend rötlich-lederfarben mit Lichtspiel. Holzparenchymbänder dicht und ockerfarben, nicht zusammenhängend und sich zerteilend. Markstrahlen ockerfarbig.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße zerstreut, tangential zusammengepreßt: einzeln oder in Gruppen. 4—10 Gruppen auf 2 mm, größter Tangentialdurchmesser 0,26 mm. Holzfasern bilden die Grundmasse, dünnwandig. Holzparenchym entweder zirkumvasal und 1 oder 2 Zellen dick mit Inhalt, oder in welligen, 1—4 Zellen dicken Bändern, die sich radial längs der Markstrahlen fortsetzen. Markstrahlen mit Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen regelmäßig, mit parallelen Seiten, etwa 35 auf 2 mm, 0,049 mm breit, 0,50 mm hoch; 1—4-, meist 2—3-schichtig. Markstrahlrand undeutlich. Markstrahlmittelzellen von gleicher Größe wie die Randzellen, oft mit Inhalt, ohne Kristalle. Holzparenchymzellen oft mit Kristallen. Im Radialschnitt erscheinen die Holzfasern gefächert.

Beschaffenheit: Ziemlich fest und mittelschwer. Es sägt und spaltet sich leicht, hobelt sich nicht besonders gut. Wenn es unbehauen im Walde liegt, wird das Holz von Insekten angefressen. Es besitzt im frischen wie im trocknen Zustand stark zedernartigen Geruch. Dieses Mahagoni ist im allgemeinen von trüberer Farbe als das Khayaholz und neigt auch stärker als dieses zum Reißen.

Verwendung: Wertvolles Nutz- und Möbelholz und wird als Ersatz für echtes Mahagoni verwendet.

Bemerkungen: *Entandrophragma utile* ist eines der häufigsten Mahagonis des Waldes von Nigerien und soll nach Unwin (36) den größten Umfang aller afrikanischen Bäume haben. Gemessen wurden 17,3 m Umfang in 6 m Stammhöhe. Der Baum liefert 15 verschieden große, häufig figurierte Blöcke.

ζ) Stammpflanze und Familie: *Entandrophragma excelsum* Dawe et Sprague. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Afrikanisches Mahagoni z. T.«.

Heimat: vorm. Deutsch-Ostafrika (Uganda).

Holzcharakteristik (142): Holz braun bis rosabraun, glänzend, mit Lichtspiel. Holzparenchymbänder in 0,2 bis 0,5 mm Abstand zusammenhängend und flach im äußeren Teil der Wuchszone, im inneren spärlicher, etwas wellenförmig und unterbrochen. Markstrahlen und Holzparenchym rosa oder orangerot gefärbt. Zwischen den Wuchszonen besteht ein plötzlicher Übergang. Die Gefäße enthalten oft dunkle, sehr selten auch weiße Ablagerungen.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße vereinzelt oder in kleinen radialen und tangentialen Gruppen, 20—30 Gruppen auf 2 mm. Größter tangentialer Durchmesser: 0,23 mm. In den Gefäßen

hie und da dunkler, selten auch weißer Inhalt. Holzfasern bilden die Grundmasse, dickwandig. Holzparenchym in den Gefäßen 1—3 Zellen breit; oft mit dunklem Inhalt. In diesen Bändern hie und da zusammenhängende Lücken von Interzellularräumen (Sekretgänge ?) mit dunklem Inhalt. Die Holzparenchymbänder verlaufen auch mitunter parallel zu den Markstrahlen. Markstrahlen meist 2—3-schichtig mit dunklem Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen regelmäßig groß, etwa 50—55 auf 2 mm, mit ausgebauchten Seiten, 0,30—0,40 mm hoch, 0,05 mm breit, 1—4-, meistens 2—3-schichtig. Randzellen deutlich, oft mit Einzelkristallen. Mittelzellen mäßig dickwandig, mit Inhalt. Holzparenchymzellen oft den Markstrahlen angelegt und hie und da mit Kristallen. Im Radialschnitt erscheinen die Holzfasern gefächert und ungefächert.

Beschaffenheit und Verwendung: Ähnlich dem Holz von *Entandrophragma utile* Dawe et Spr. (siehe das.).

Bemerkungen: 1. mit dieser Art dürfte *Entandrophragma speciosum* Harms von der Insel Kwidjwi im Kiwu-See verwandt sein.

2. Nach Dixon (142) fanden sich bei einer Holzprobe dieser Art von beträchtlicher Stärke auf dem Tangentialschnitt in der Nähe des Markes nahezu 80 Markstrahlen auf 2 mm.

Anatomischer Bestimmungsschlüssel der Entandrophragma-Hölzer.

Dixon (142) teilt in anatomischer Hinsicht die Entandrophragmahölzer in folgende drei Typen ein:

Typus	Parenchymbänder	Gefäße	Markstrahlen
I. *Ent. utile*, Dave et Sprag.	wellenförmig; 1—4 Zellen breit.	4—10 Gruppen auf 2 mm Querschnittfläche.	durchschnittlich 0,50 mm hoch; etwa 35 auf 2 mm Tangentialfläche; meist 2—3-schichtig.
II. *Ent. excelsum*, Dave et Sprag.	flach; 2—10 Zellen breit.	20—30 Gruppen auf 2 mm Querschnittfläche.	durchschnittlich 0,30—0,40 mm hoch: etwa 50 auf 2 mm Tangentialfläche; meist 2—3-schichtig.
III. *Ent. Candollei*, Harms	flach und wellenförmig; 2—10 Zellen breit.	20—30 Gruppen auf 2 mm Querschnittfläche.	durchschnitttlich 0,45—0,55 mm hoch; etwa 30—35 auf 2 mm Tangentialfläche; meist 4schichtig

6. Okuméholz.

Stammpflanze und Familie: *Aucoumea Klaineana* Pierre. — Burseraceae.

Botanisches Synonym: *Boswellia Klaineana* Pierre.

Nomenklatur: »Gabun-Mahagoni z. T.«, »Spanisches Okumé«, »Französisches Okumé«.

Heimat: Großer, bis 40 m hoher, harzreicher Baum des tropischen Westafrika, besonders in Gabun tritt er in ziemlich ausgedehnten Beständen auf. Ob der Baum in Kamerun, der Goldküste, in Spanisch-Guinea, in Belgisch-Kongo ebenfalls vorkommt, ist noch nicht klargestellt.

Holzcharakteristik (5,85; 7,2; 8): Holz von weißlicher, leicht rosafarbener Tönung oder von hellroter Färbung. Der Hirnflächenschnitt zeigt dem freien Auge deutlich einen Wechsel hellerer oder dunklerer Querzonen, welche Jahresringbildung vortäuschen. Der Verlauf der Markstrahlen ist an einer etwas verwaschenen Radialstreifung zu erkennen. Die Gefäße sind ziemlich gleichmäßig verteilt, deren Poren erst unter der Lupe kenntlich. Holzlängsschnitt lebhaft glänzend, von sehr deutlicher, aber ungleichmäßiger Nadelrissigkeit. Bei bestimmtem Lichteinfall wird ein Wechsel dunklerer und hellerer Längszonen hervorgerufen. Hierdurch, sowie durch eine von den Markstrahlen hervorgerufene eigenartige feine Zeichnung erscheint das Holz zierlich gefleckt oder »gekörnelt«. Gefäßfurchen unter der Lupe glänzend, ohne Inhalt. Die Markstrahlen bilden im Lupenbild rötliche Strichelchen oder Streifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,85): Gefäße etwa 6—7 je 1 qmm, 0,12—0,26 mm weit, meist einzeln oder zu 2—4 in Radialreihen. Gemeinsame Längswände benachbarter Gefäßwände

dicht getüpfelt. Tüpfelhöfe abgerundet oder einander vier- bis sechseckig abflachend, 0,010 mm und darüber breit, mit querspaltförmiger Pore. In einzelnen Gefäßen große, dünnwandige, rötlich gefärbte Thyllen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, derbwandig weitlumig, in regelmäßigen Radialreihen, durch zarte Querwände gefächert, mit sehr spärlichen und winzigen Tüpfeln. Holzparenchym spärlich, nur an den Gefäßen, gegen diese zum Teil mit auffällig großen Tüpfeln versehen, ohne Kristallkammern. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zweischichtig, 0,12—0,35 mm hoch, seltener etwas höher, einzelne auch einschichtig, manche nur 1—3 Zellen hoch. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, die endständigen im Tangentialschnitt dreiseitig, 0,04—0,06 mm hoch, die übrigen meist elliptisch bis rundlich, nur 0,012—0,020 mm hoch. Auf dem Radialschnitt »liegen« die Markstrahlmittelzellen, die Kantenzellen »stehen«, sie sind schmaler als hoch, gegen die Gefäße oft als Zellen auffallend groß getüpfelt, sonst nur auf den Tangentialwänden mit reichlicher, aber kleiner Tüpfelung.

Beschaffenheit: Leicht, nicht sehr hart, schwer und uneben spaltend, sehr gut bearbeitbar, von feinem Faserverlauf. Das Holz erinnert an gewöhnliches Mahagoni, ist jedoch viel weniger dicht als dieses.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,398—0,547 (8). (Der große Unterschied dieser Grenzwerte ist wohl darauf zurückzuführen, daß bei Bestimmungen splintreiches und splintarmes Holz vorgelegen hat.)

Inhaltsstoffe: In den meisten Markstrahlzellen und im Holzparenchym rötlicher Inhalt, teilweise als Wandbelag, teilweise als homogene bis feinkernige Zellausfüllung. Der Inhalt ist durch Alkohol wenig löslich, schwärzt sich jedoch mit Eisenchlorid. Kristalle fehlen.

Verwendung: Das Holz, eine der hellfarbigsten Arten afrikanischen Mahagonis, wird vornehmlich als Blindholz zu Zigarrenkästen verarbeitet, ferner zu Füllungen, Wandtäfelungen, Etuis usw.

Bemerkungen: 1. Chevalier (8) unterscheidet »Okumé blanc« und »Okumé rouge«. Ob diese Unterscheidung sich auf verschiedene Holzproben jüngerer und älterer Bäume bezieht, mag dahingestellt bleiben.

2. »Okuméholz« gelangte vor dem Kriege in steigendem Maße nach Europa. Hamburg bildete den weitaus bedeutendsten Sammelplatz für westafrikanische Hölzer. Die Einfuhr stieg vom Jahre 1910—1913 von 45 000 t bis auf 115 000 t. Hervorragenden Anteil an der Einfuhr ausländischer, besonders westafrikanischer Hölzer hat die bekannte Maklerfirma J. F. Müller & Sohn, A.-G., Hamburg, die keine Arbeit und keine Kosten scheut, früher unbekannten, auswärtigen Hölzern Eingang in die Industrie zu verschaffen.

3. »Okumé« ist in der Holzausfuhrstatistik von Französisch-Kongo und Spanisch-Guinea in Beziehung auf Wert und Menge (80 % des gesamten Exports) das wichtigste Holz.

4. »Okumé« gelangt meist in runden, berindeten, seltener behauenen, 3—6 m langen und 0,50—1,20 m dicken, hie und da auch dickeren Blöcken auf den Markt.

5. Blöcke mit starkem Harzgehalt sind minderwertig. Rosa getöntes Holz ist beliebter als dunkelrotes.

6. »Gabun-Mahagoni« wird auch von *Khaya Klainii* Pierre und *Entandrophragma Pierrei* A. Chev. geliefert (siehe das. Nr. 126, VI, c, 4 u. 5).

d) Ausfuhrplätze und Statistik des afrikanischen Mahagoni.

Die Einfuhr von »Afrikanischem Mahagoni« nach Deutschland betrug im Jahre 1908: 312 815 Doppelzentner im Wert von 2 009 000 Mark (17, 7). Im gleichen Jahre war die Gesamtausfuhr an Mahagoniholz aus Westafrika nach Europa auf 165 679 Tonnen gestiegen. Alle weiteren Angaben über Ausmaße, Nutzwert, Preise, Geschichte, Statistik, Gewinnungsart usw. siehe Busch (27).

Die Ausfuhrhäfen des »Afrikanischen Mahagoni« sind: Benin (Coco Beach), Lagos, Grand Bassam, Sassandra, Bathurst, Assinée, Axim, Sekondi, Warri, Sapeli (4 Stunden von Benin), Jameson River, Kap Lopez (Gabun), Grand Lahou, Bonamba, Acquidad, Beyin, Echinda, Princes, Pontadoon, Dixcove, Forcados, Duala, Degama, Beniot, Fresco, Ovenda, Quillo, Boutry, Mundah River, Zamingila, Gambia, Goldküste, Nigeria, Ombega u. a.

VII. Ostindisches Mahagoni.
(Indien, Ceylon, Borneo, Andamanen.)

Zu den »ostindischen Mahagonis« sind folgende Arten zu zählen:

»Borneo-Mahagoni«
= *Calophyllum inophyllum* L. (Guttiferae).
»East Indian Mahogany«
= *Chikrassia tabularis* A. Juss. (Meliac.).
»Indisches Mahagoni«
= *Melia composita* Willd. (Meliac.).
= *Toona ciliata* Roem. (Meliac.).
= *Pterocarpus indicus* Willd. (Leguminos.).
= *Artocarpus integrifolia* L. (Morac.).
»Madeira-Mahagoni«
= *Persea indica* Spreng. (Laurac.).
»Ostindisches Mahagoni«
= *Soymida febrifuga* A. Juss. (Meliac.).
= *Pentace burmannica* L. (Tiliac.).
»Philippinen-Mahagoni«
= *Pterocarpus indicus* Willd. (Leguminos.).
»Tenasserim-Mahagoni«
= *Pterocarpus dalbergioides* Roxb. (Leguminos.).

Pentace-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Pentace burmannica* L. — Tiliaceae.

Nomenklatur: »Ostindisches Mahagoni«, »Kathitka«, »Thitka«.

Heimat: Sehr großer, starker Baum Ostindiens und Burmas. Das Holz wird von Rangoon ausgeführt.

Holzcharakteristik (142): Holz gelblich-rot, hellmahagonifarben, bis rotbraun, glänzend, mit Lichtspiel und deutlichen Wuchszonen. Gefäße klein, gleichförmig, zerstreut. Holzfasern bilden die Grundmasse, gezont. Holzparenchymbänder nicht erkennbar. Markstrahlen gerade, fein, stockwerkartig angeordnet.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße tangential zusammengepreßt, bis 0,20 mm diam., verstreut, einzeln oder in radialen Gruppen von 2 oder 3, 30 Gruppen auf 2 mm. In den Gefäßen Thyllen. Holzfasern dickwandig. Holzparenchym als schmale, unterbrochene Schicht, direkt an den Gefäßen und hie und da zerstreut. Holzparenchymbänder in nur eine Zelle breiter Schicht, welche die angrenzenden Markstrahlen verbindet, gewöhnlich leer, durch 1—4 Holzfasern getrennt. Markstrahlen schmal, oft mit Inhalt, durch 4—12 Fasern getrennt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen gleichförmig, in schrägen Reihen, 70—80 auf 2 mm, 0,12—0,70 mm, meist 0,30 mm hoch, 10—16 Zellen umfassend und 0,01 bis 0,04 mm breit, 2—4-schichtig. Markstrahlrandzellen 1 Zelle tief, gewöhnlich leer. Markstrahlmittelzellen oft mit dunklem Inhalt gefüllt. Radialer Längsschnitt: Holzparenchymzellen länglich-rechtwinklig, gewöhnlich leer. Markstrahlrandzellen viereckig.

Beschaffenheit: Mittelschwer, dem Mahagoniholz sehr ähnlich, nicht sehr hart, gut zu trocknen, zu bearbeiten und zu polieren.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,760.

Verwendung: Ausgezeichnetes Tischler- und Möbelholz. Zum Bootsbau, zu Teekisten, wie zu allen Zwecken, für welche Mahagoni Verwendung findet, verarbeitet.

Bemerkung: Nach Boulger (100) soll das Holz auch mäßig breite, wellenförmige Markstrahlen haben.

Toona-Hölzer.

a) Stammpflanze und Familie: *Toona ciliata* Roem. — Meliaceae.

Botan. Synonyme: *Cedrela toona* Roxb., *C. hexandra* Wall., *C. febrifuga* Forsten (?).

Nomenklatur: »Red cedar«, «Ostindisches Mahagoni«, »Singapore cedar«, »Moulmeinzeder«, »tun«, »tawtama«.

Heimat: Großer, bis 54 m hoher, fast immergrüner, raschwüchsiger Baum Indiens (Subhimalaiisches Gebiet), Vorder-Indiens, nicht auf Ceylon, aber in Burma usw. Der Baum wird in großem Maßstab angepflanzt, auch außerhalb seines Heimatsgebietes, wahrscheinlich in Australien und Brasilien.

Holzcharakteristik: Holz sehr intensiv rot, oder auch von hellziegelroter Färbung; es ist dem Mahagoniholz ähnlich, zeigt deutlich gezonte Gefäße. Die in den Zonen liegenden großen Gefäße sind gewöhnlich getrennt durch breitere, aus dichtem Gewebe bestehenden Zonen mit wenigen verstreuten Gefäßen. Die

dichten Zonen sind von sehr ungleicher Dicke, mitunter fast verschwindend, so daß die Gefäßzonen sich einander nähern und zusammenlaufen. Holzparenchymbänder gewöhnlich in der weiteren Porenzone, hie und da auch in der dichteren, in letzterem Falle in den Holzparenchymzellen schwarze Ablagerungen. Markstrahlen deutlich erkennbar, heller rot als die andern Gewebe des Holzes.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße deutlich sichtbar, ziemlich zerstreut. Der lockere Porenring besteht aus großen Gefäßen. Gefäße meist einzeln, zuweilen in dichten Radialreihen oder netzartigen Gruppen von 3—7 Gefäßen, nicht besonders zahlreich, etwa 4—16 auf ein qmm, häufig mit rotem Harz- oder Gummiinhalt; vielfach tangential zusammengedrückt, 0,30 mm weit. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Markstrahlen schwach sichtbar, gleichförmig, mit gleich weitem Abstand voneinander (die Abstandsweite ist etwas geringer als der breite Durchmesser der größten Gefäße), den größeren Gefäßen ausbiegend, 4—7 je 1 mm. Holzfasern dünn- bis derbwandig, 6—23 zwischen den Markstrahlen. Holzparenchym schmal, bettet die Gefäße ein. Holzparenchymbänder ebenfalls schmal, auf der Innenseite der Gefäßzonen 3 bis 5 Zellen breit, in der dichten Gefäßzone gelegentlich mit schizogenen Zwischenräumen, die mit dunklen Ablagerungen ausgefüllt sind. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen in Anordnung und Größe unregelmäßig, seitlich ausgebuchtet, etwa auf 2 mm, Totalbreite 0,44 mm, Höhe bis 0,6 mm, 3—25 Zellen umfassend. Markstrahlzellen 0,02—0,1, meist 0,08 mm breit, in 1 bis 5-schichtiger Lagerung. Randzellen oft deutlich, Mittelzellen rundlich, Holzfasern gefächert. Radiallängsschnitt: Markstrahlen kurz und rechtwinklig, die Winkel mit Ablagerungen erfüllt. Randzellen fast 4- oder 5-eckig. Die die Gefäße umgebenden Holzparenchymzellen rechtwinklig, häufig mit dunklem Inhalt. Gefäßglieder fast quadratisch, mitunter auch kürzer als breit.

Beschaffenheit: Stark glänzend, schwach aromatisch, weich, dauerhaft, termitensicher, leicht zu bearbeiten, fein politurfähig, leicht zu trocknen, neigt zu Kern- und Sternrissen, reißt sehr häufig beim Trocknen an der Oberfläche, und wirft sich, wenn nicht gut getrocknet, stark.

Prüfung: Gewicht (nach Boulger und Stone): 447,7—575,6 kg je 1 cbm, im Durchschnitt 549,6 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: Zellwände meistens von roter Farbe. In den Gefäßen häufig rotes Harz oder Gummiinhalt. Dunkelrote Massen besonders in den Ecken der Markstrahlzellen und des Holzparenchyms; letztere auch häufig mit Inhalt vollkommen ausgefüllt.

Verwendung: Für Kanoes, sowie für Teekisten, Schindeln, Bootsplanken, Möbel, Türfüllungen, Zigarrenkisten, auch als Verpackungsmaterial von Tabak verwandt und in der Holzschnitzerei, sowie zur Herstellung von Modellen gebraucht.

Bemerkungen: 1. Im Handel findet sich das »Ostindische Mahagoni« meist in Blöcken von 4,3—12,3 m Länge und 0,25—0,65 m Durchmesser.

2. Das Holz ist schwer von den mittelamerikanischen *Cedrela odorata* zu unterscheiden und kann für gewöhnliche Zwecke an Stelle der besseren Zedern-Sorten Kubas und Mexikos verwandt werden.

β) Stammpflanze und Familie: *Toona serrata* (Royle) Roem. — Meliac.

Nomenklatur: »Drawi«, »Dauri«.

Heimat: Subhimalaiisches Gebiet. (Äußerer Himalaja vom Indus bis Nepal, Manipur, Oberburma.)

Holzcharakteristik (142): Holz rosabraun, glänzend, mit Lichtspiegel und hellem, etwa 12 mm dickem Splint. Gefäßporen gezont, die Zonen der großen Poren durch etwas breitere, aus dichtem Gewebe bestehenden Zonen getrennt, in welchen einige kleine verstreute Poren liegen. Längsschnitt mit deutlichem Lichtspiegel, deutlich nadelrissig. Markstrahlen gut erkennbar.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße rund, einzelne stehend oder zu 2—3 großen Poren in Radialgruppen, in den schmalen Zonen auch zu 2—4. Kleinere Gefäße liegen zwischen den Fasern

zerstreut. Größter Gefäßdurchmesser 0,32 mm. 17—24 Gefäße auf 2 mm. In einigen Gefäßen dunkler Inhalt. Holzfasern auf der Innenseite dünnwandig, auf der Außenseite der Wachszone derbwandig, 3—24 zwischen den Markstrahlen. Das Holzparenchym bettet die Gefäße ein, ist schmal. Holzparenchymbänder gelegentlich auf der Außenseite der Wachszonen, etwa 10 Zellen breit. Im Holzparenchym hie und da schizogene Zwischenräume, die mit dunklen Ablagerungen gefüllt sind. Markstrahlen deutlich erkennbar. Tangentiallängsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig in Größe und Anordnung, seitlich meist parallel verlaufend, fein zugespitzt, etwa 55 auf 2 mm, Totalbreite 0,22 mm, Höhe bis 0,45, meist 0,3 mm, 2—18 Zellen umfassend. Markstrahlzellen 0,01—0,04 mm breit, 1—3-schichtig. Markstrahlmittelzellen abgerundet. Radialer Längsschnitt: Markstrahlzellen kurz und abgerundet, Kantenzellen viereckig mit Ablagerungen in den Winkeln. Holzparenchymzellen an den Gefäßen rechtwinklig, mit Inhalt. Holzfasern nicht gefächert.

Beschaffenheit und Verwendung: In allen andern Eigenschaften, wie Verwendung usw. dem Holze von *Toona ciliata* Roem. sehr ähnlich.

γ) Stammpflanze und Familie: *Toona australis* (F. v. Müll.) Harms. — Meliaceae (siehe auch: VIII. »Australisches Mahagoni«).

Botan. Synonym: *Cedrela australis* F. v. Müll., *C. toona* Roxb. z. T.

Nomenklatur: »Australisches Mahagoni z. T.«, »Cedar«, »Red cedar«.

Heimat: Australien (Neu-Südwales), dort in großen Beständen.

Holzcharakteristik: Das Holz ähnelt dem des echten Mahagoni außerordentlich. Es ist rosabraun, glänzend, ohne Lichtspiel. Die großen Gefäße stehen in Zonen, zuweilen mit weißem, hie und da auch mit schwarzem Inhalt gefüllt. Holzparenchymbänder mit 1—4 mm Abstand, in direkter Verbindung mit den großen Gefäßen.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße rund, zerstreut oder in kleinen Radialgruppen, größter Durchmesser 0,32 mm, 10—20 Gruppen auf 2 mm. Holzfasern dünnwandig, radial zusammengedrückt. Holzparenchym bettet die Gefäße ein, undeutlich, in Tangentialbändern, die 3—5 Zellen breit sind. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig, 35—40 auf 2 mm, seitlich ausgebaucht, ungefähr 0.34 mm breit, 0,43 mm hoch, 5—21, meist 15 Zellen umfassend. Markstrahlzellen 0,056 mm breit, in 1—5-schichtigen Lagen, die Randzellen gewöhnlich ausgebaucht, dreieckig, oft undeutlich, oft abgestumpft und verzerrt. Markstrahlmittelzellen dünnwandig. Radiallängsschnitt: Markstrahlrandzellen abgestutzt, dreiwinklig, deutlich. Holzfasern nicht gefächert.

Beschaffenheit: Dem Holz des echten Mahagoni sehr ähnlich. Das Holz ist relativ weich, mittelschwer, sehr dauerhaft und gut bearbeitungsfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,490 [nach Dixon (142)]. Gewicht bei 15 % Feuchtigkeit: 452,5 kg je 1 cbm. Druckfestigkeit bei 15 % Feuchtigkeit, senkrecht zur Faser: 1,471 kg. Bruchmodulus: 313,306 kg.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen teils weißlicher, teils schwärzlich-dunkler Inhalt. Dieser befindet sich auch in vereinzelten Markstrahlzellen.

Verwendung: In der Heimat hauptsächlich in Massen zur Herstellung besserer Möbel und in der Haustischlerei; in neuerer Zeit für Eisenbahnbolzen.

VIII. Australisches Mahagoni.

a) Die wichtigsten »Mahagonilieferanten« Australiens sind:

»Australisches Mahagoni«
= *Dysoxylon Fraserianum* Benth. (Meliac.)
= *Dysoxylon*-Arten. (Meliac.)
= *Toona australis* (F. v. M.) Harms. (Meliac.) (Sickei-Toonahölzer.)

»Bastard Mahagoni«
= *Eucalyptus botryoides* Sm. (Myrtac.)

»Brisbane-Mahagoni«
= *Tristania conferta* (Myrtac.)

»Red Mahogany«
= *Eucalyptus resinifera* Sm. (Myrtac.)
= *Eucalyptus microcorys* F. v. Müll. (Myrtac.)

»Rolo-Mahagoni«
= *Dysoxylon Fraserianum* Benth. (Meliac.).
= *Dysoxylon*-Arten (Meliac.).
»Scrub Mahogany«
= *Synoum glandulosum* A. Juss. (Meliac.).
»Sumpf-Mahagoni«
= *Tristania laurina* R. Br. (Myrtac.).
»Swamp Mahogany«
= *Tristania laurina* R. Br. (Myrtac.).
= *Eucalyptus botryoides* Sm. (Myrtac.).
»Weißes Mahagoni«
= *Eucalyptus robusta* Sm. (Myrtac.).
= *Eucalyptus acmenioides* (Myrtac.).
»White Mahogany«
= Weißes Mahagoni.

b) Beschreibung der wichtigsten australischen Mahagonis.

α) Stammpflanze und Familie: *Dysoxylon Fraserianum* Benth. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Rolo-Mahagoni«, »Australisches Mahagoni«, »Rose wood«.

Heimat: Bis 21 m hoher Baum Australiens (Neusüdwales, Queensland). Das Holz wird von Sydney aus verschifft.

Holzcharakteristik (5, 92): Kernholz rötlich, heller oder tiefer rotbraun bis kupferfarben, von schöner Zeichnung, in frischem Zustand von aromatisch-rosenartigem Geruch, der sich jedoch mit der Zeit verliert. Hirnflächenschnitt: Gefäßporen teils gut, teils kaum kenntlich, zuweilen durch helle Pünktchen angedeutet, mehr oder weniger gleichmäßig verteilt. Zahlreiche feine, oft erst unter der Lupe deutliche, helle Querlinien verlaufen in meist annähernd gleichen Abständen, parallel und wellig zueinander. Holzzuwachszonen sind angedeutet. Holzlängsschnitt: feiner bis gröber, meist ungleichmäßig nadelrissig, auch fein längsstreifig. Im Lupenbild zeigen sich in den glänzenden Gefäßkurven nicht selten dunkelrote bis schwarze Abscheidungen. Markstrahlen fein, im Tangentialschnitt nicht in Querreihen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 92; 22, 9): Gefäße teils einzeln, teils zu 2—8 in einfachen, seltener doppelten Radialreihen angeordnet, etwa 4—7 auf das Quadratmillimeter, 0,09 bis 0,25 mm weit. Gefäßwände ziemlich dickwandig, mit kleinen, 0,004—0,008 mm breiten, rundlichen oder abgeflacht-eckigen Hoftüpfeln mit querelliptischer Pore besetzt. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, meist radial gereiht, von ungleicher Form und Größe des Querschnittes, durch zahlreiche, zarte, oft nur 0,040 mm voneinander entfernte Querwände gefächert, spärlich und winzig getüpfelt. Holzparenchym dünnwandig, bettet die Gefäße ein und verläuft entweder von diesen in 2—4-schichtigen, stellenweise auch breiteren Bändern in horizontaler oder schräger Richtung, die Gefäße miteinander verbindend, oder blind in der Grundmasse. Solche Holzbänder liegen zu 4—8 auf 2 mm radialer Länge. Holzparenchymzellen im Querschnitt fast quadratisch, in radialer Richtung nicht oder nur wenig abgeflacht. Markstrahlen im Tangentialschnitt nicht in Querreihen, meist zweischichtig, 0,14 bis 0,50 (selten mehr) mm hoch, seltener einschichtig, im letzteren Falle gewöhnlich klein, mitunter aber fast die Höhe der mehrschichtigen erreichend. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rundlich bis elliptisch, etwas derbwandig, meist 0,012 bis 0,028 mm weit, die endständigen Zellen entsprechend den Zellen der einschichtigen Markstrahlen entweder ebenso groß wie die anderen oder höher (bis 0,040 mm). Im letzteren Falle erscheinen sie im Radialschnitt kürzer als die Mittelzellen und mitunter höher als breit. Kristallkammerfasern sind vorhanden.

Beschaffenheit: Mittelhart und schwer. Spaltfläche lebhaft glänzend, aber oft sehr uneben, ausgezeichnet zu bearbeiten, sehr dauerhaft und widerstandsfähig, termitenfest, geschmacklos, im frischen Zustande rosenartiger Geruch. Beim Brennen erzeugt das Holz einen schwach teerartigen Geruch.

Prüfung: Gewicht bei 15 % Feuchtigkeit: 756,29 kg je 1 cbm, Dehnungsfestigkeit: 5,980 kg. Druckfestigkeit senkrecht zur Faser: 3,240 kg.

Inhaltsstoffe (5, 92): Alle Zell- und Gefäßwände, auch die Querwände der Fasern gelbrötlich bis bräunlich. In den Gefäßen, einzelnen Fasern, Markstrahl- und Holzparenchymzellen stellenweise lebhaft rotbrauner bis roter homogener oder körniger und klumpiger Inhalt, der die Ge-

fäßglieder ganz ausfüllt oder an den Gliedenden angehäuft ist. In den Markstrahl- und Holzparenchymzellen auch gelblich-brauner, krümliger Inhalt und eine harzähnliche, in kaltem Alkohol lösliche, tropfenförmige oder formlose oder feingekörnelte schwachbräunliche Substanz. Der Inhalt der Gefäße und Fasern ist in Alkohol unlöslich, der der Markstrahl- und Holzparenchymzellen dagegen löslich. Alkohol wird rötlich-gelb bis tiefgelbrot gefärbt. Durch Eisenchlorid werden Inhalt und Wände der Zellen und Gefäße tiefschwarz.

Verwendung: Beim Schiffsbau, in der Möbeltischlerei, Drechslerei, Holzschneiderei und zum Innenausbau viel verarbeitet, ferner zu Treppenspindeln, Gesimsen, Instrumentengriffen, Weinfässern usw. Das Holz findet die vielseitigste Verwendung dort, wo etwas härteres Holz verarbeitet werden soll.

β) Stammpflanze und Familie: *Dysoxylon Lessertianum* Benth. — Meliaceae.

Nomenklatur: »Australisches Mahagoni«, »Rosenholz«, »Rose wood«.

Heimat: 20 m hoher Baum Ostaustraliens.

Holzcharakteristik (142): Holz rosabraun mit schwach purpurnem Ton, nicht glänzend, mit Lichtspiel und aromatischem Geruch. Gefäßporen verstreut ohne Inhalt. Holzparenchymbänder breit und dicht nebeneinander, etwa 0,3 mm voneinander wellenförmig verlaufend und die Gefäße umschließend.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße rund, verstreut oder in kleinen radialen Gruppen zusammenliegend, die in ihrer Mitte größere Gefäße umschließen, von denen sich kleinere radial abzweigen. 15—25 Gruppen auf 2 mm, Gefäßdurchmesser bis 0,20 mm. Gelegentlich in den Gefäßen dunkler Inhalt. An den abgeschrägten Gefäßgliedenden linsenförmige Verdickungen, die mit grünlichen Ablagerungen bedeckt sind. Holzfasern dickwandig. Holzparenchym in wellenförmigen, 3—8 Zellen breiten Bändern, die häufig die Gefäße einschließen und miteinander verbinden. In den Holzparenchymzellen zuweilen dunkler Inhalt. Markstrahlen mit dunklem Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig, mit parallelen Seiten, an den Enden scharf verjüngt, etwa

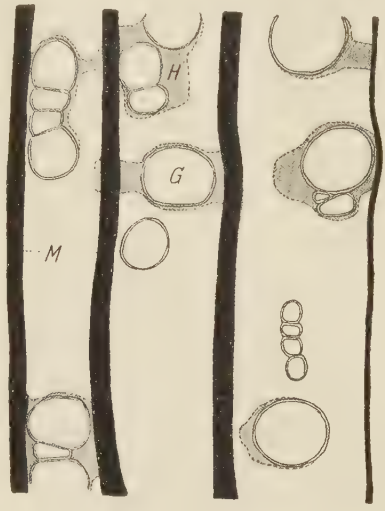


Abb. 103.
Sarcocephalus Diderichii. Kap-Lopez-Mahagoni. *G* Gefäße. *H* Holzparenchym. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. 82/1. W. v. Brehmer.

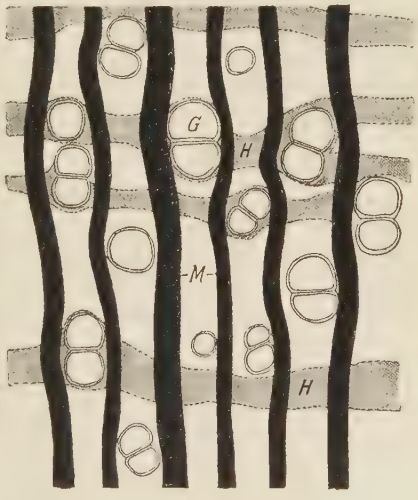


Abb. 104.
Swietenia Candollei Pitt. Venezuela-Mahagoni. *G* Gefäße. *M.* Markstrahlen. *H* Holzparenchym. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. 82/1. W. v. Brehmer.

55 auf 2 mm, 0,1—1,0 mm hoch, 0,028 mm breit, ein-, meistens zweischichtig. Markstrahlzellen dickwandig, mit dunklem Inhalt. Holzfasern gefächert, mit Ablagerungen in den Fächern. Auch im

radialen Längsschnitt erscheinen die Holzfasern gefächert.

Beschaffenheit: Sehr ähnlich dem »Rolo-Mahagoni«. Es läßt sich gut bearbeiten und ist im polierten Zustand von sehr guter Wirkung und großer Dauer.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,770 (nach Dixon).

Verwendung: Hauptsächlich in der Möbel- und Kunsttischlerei, Drechslerei, Holzschnitzerei und zu Innenarbeiten beim Waggon- und Schiffsbau verarbeitet.

127. Bosambiholz.

Stammpflanze und Familie: *Uapaca Staudtii* Pax. — Euphorbiaceae.

Nomenklatur: »Bihambi«.

Heimat: Bis 24 m hoher, mittelstarker Baum des tropischen Afrika.

Holzcharakteristik (5,93; 10,16): Holz matter, bis lebhafter braun, etwa vom Ton des Nußbaum- oder Ulmenholzes. Hirnflächenschnitt mit kenntlichen Gefäßen und feinen, auffälligen Markstrahlen; die Gefäße meist gleichmäßig verteilt, zuweilen in Querzonen etwas dichter gestellt und anscheinend Zuwachsschichten begrenzend. Solche Begrenzungen kommen auch durch spärlicheres Auftreten von Gefäßen zustande. Die zahlreichen Gefäße mittelgroß, offen, oder mit weißer Masse gefüllt. Längsschnitt deutlich nadelrissig, radialer Längsschnitt durch die Markstrahlen auffällig querstreifig oder gefleckt. Der tangentiale Längsschnitt besonders unter der Lupe mit ziemlich ungleichmäßigen, dunklen, spiegelförmigen Streifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5,93): Gefäße etwa 8—16 je qmm, meist einzeln, oder zu 2—4 in Radialreihen oder Gruppen, 0,09—0,23 mm, auch bis 0,30 mm weit. Gefäßwände an den Berührungsstellen zweier Gefäße mit dicht gestellten rundlichen oder einander gegenseitig abflächenden, 0,008—0,016 mm breiten Hoftüpfeln mit querspaltförmiger Pore besetzt. Gefäßwände gegen Holzparenchymzellen oft weitläufiger getüpfelt, gegen Markstrahlzellen z. T. mit größeren, oft langgestreckten, vielfach schief gestellten, schwachbehöften Tüpfeln besetzt. In den Gefäßen teilweise Thyllen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, radial gereiht, oder regellos gelagert, spärlich winzig getüpfelt. Holzparenchym teils an den Gefäßen, teils in der Grundmasse, in etwas reichlicherer Ausbildung im Anschluß an Gefäße, ferner in kurzen Querreihen, oder in mehrschichtigen, meist kurzen, anscheinend regellos verteilten Querzonen. Markstrahlen im Tangentialschnitt 1—2- bis mehrschichtig, oft 2—3, aber auch 5—6 Zellen (0,14 mm) breit und 0,35—1,23, zuweilen auch 1,40 bis 2,50 mm hoch. Manche Markstrahlen aus mehrschichtigen Mittelteilen in einschichtige Enden verschmälert. Einschichtige Markstrahlen bisweilen 0,9 mm hoch. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt ungleich groß, meist elliptisch, derbwandig, 0,012—0,060 mm hoch, die der einschichtigen Markstrahlen und der einschichtigen Enden bis 0,08 und mehr mm hoch, und 0,008—0.012 mm breit. Markstrahlzellen im Radialschnitt kurz, oft quadratisch, an den Markstrahlkanten meist mehrmals höher als breit, die übrigen liegend. Alle Markstrahlzellen ringsum reichlich getüpfelt, mit auffallend großen Tüpfeln zu den Gefäßen hin. Kalziumoxalatkristalle fehlen.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer und hart, leicht, doch uneben spaltend, dauerhaft, termitensicher, dicht. Das Holz ist gut zu bearbeiten, leimt, poliert, dreht, hobelt und sägt sich gut. Das ziemlich biegsame Holz hat eine lange, grade, jedoch nicht sehr feine Faser.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,840 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms gelb- bis rotbrauner Inhalt als dünner oder stärkerer Wandbelag oder das Zellinnere ausfüllend. Der Inhalt ist homogen oder von oft zahlreichen, lufterfüllten Hohlräumen durchsetzt, nicht selten aber auch gleichmäßig gekörnelt. Der Kernstoff erscheint in manchen Zellen auch in Körnchen oder erstarrten Tropfen, in anderen umschließt er je einen rundlichen Ballen, in denen man den erhaltenen Zellkern vermuten möchte. Der Inhalt ist in Alkohol ganz oder teilweise löslich. Der Lösungsrückstand ist farblos und harzähnlich. Wände der Zellen und Gefäße farblos, nur die der Thyllen gebräunt bis

tiefbraunrot. In manchen Markstrahlzellen stärkeähnliche Körnchen oder Tropfen, deren Substanz von Alkohol unter Hinterlassung eines zarten Häutchens gelöst wird. Eisenchlorid schwärzt allen Zellinhalt und die Wände der Thyllen. In etwas stärker geröteten Holzpartien erfüllt ein roter Kernstoff auch zahlreiche Fasern und die Thyllen, in manchen Fasern bewirkt er eine scheinbare Fächerung. Über das Vorhandensein weißer Gefäßausfüllungen gehen die Ansichten auseinander.

Verwendung: In Kamerun als Bau- und Möbelholz, namentlich zur Innenausstattung von Tropenhäusern, wie zur Herstellung von Tischen und Stühlen verwandt. Nachgedunkeltes Holz zeigt ein gefälliges Aussehen.

128. Buchsbaumholz.

(»Buchsholz« oder »Boxwood«.)

Von den etwa 20 Arten der Gattung *Buxus* (Fam.: Buxaceae), die in der alten und neuen Welt, in Indien, Japan, Westindien, im Atlantischen Europa und im Mittelmeergebiete verbreitet sind, liefert die Art *Buxus sempervirens* L. und ihre Varietäten das echte, im Handel besonders geschätzte Buchsbaumholz. Von Arten derselben Gattung, wie andern Arten auch anderer Familien stammen mehr oder weniger wertvolle Buchsbaumersatzhölzer. (Siehe unter f) dieses Abschnittes.)

a) Das europäische oder asiatische Buchsbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Buxus sempervirens* L. Buxaceae.

Botan. Synonym: *B. arborescens* Miller.

Nomenklatur: »Buchs«, »Buchsbaum«, »buis«, »box«, »bosso«, »Shanda laghune« (Indien, Afghanistan), »Europäisches oder Asiatisches Buchsbaumholz«. Je nach den einzelnen Bezugsgebieten geht das Holz im deutschen Handel meist als: Türkisches, Persisches, Kaukasisches, Englisches, Abassian-, Anatolisches und Korsika-Buchsbaumholz oder Buchsholz.

Heimat: In Europa von Norwegen bis zu den Mittelmeerländern und Nordafrika. Hauptsächlich in den Mittelmeerländern und im Orient. In Kleinasien und im Kaukasus erreicht *B. semperv.* L. eine Höhe bis zu 9 m und tritt dort bestandsbildend auf. Östliche Verbreitung über Asien, bis Japan und bis zum Nordwest-Himalaja in Indien (hier erreichen die Stämme mitunter einen Umfang bis zu 1,80 m).

Holzcharakteristik: (5, 94; 6, 22): Holz heller oder dunkler gelb, ohne gefärbten Kern. Je nach der Handelssorte zeigt das Holz mattere oder lebhaftere lichtgelbe Färbung, auf älteren Hirnflächenschnitten ist es auch dunkler getönt. Jahresringe deutlich, ebenso die Markstrahlen. Gefäße zerstreut, zahlreich, erst unter der Lupe als helle Pünktchen hervortretend. Längsschnitt gleichmäßig dicht, glanzlos, selbst unter der Lupe kaum nadelrissig. Auf dem Tangentialschnitt treten die Markstrahlen im Lupenbild nur schwach hervor.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 94) (vergl. Abb. 105): Gefäße sehr zahlreich, bis über 250 je qmm, nur 0,014—0,04 mm weit, meist einzeln, oder zu zweien, ziemlich gleichmäßig verteilt. Gefäßglieder an ihren 27 μ bis 49 μ langen, elliptischen Endflächen leiterförmig durchbrochen, mit meist 7 bis 9 Querstangen. Gefäßwände mit kleinen, einander nicht berührenden, spitzelliptischen Hoftüpfeln besetzt. Letztere kaum 3 μ breit und meist nur halb so hoch. Markstrahlen zerstreut, ein bis zwei, selten auch drei Zellen breit, 0,04 bis 0,25 mm hoch. Markstrahlenzellen, mitunter auch alle Zellen einschichtiger Markstrahlen, 16—35 μ, sehr selten bis 60 μ hoch; die anderen meist 5—8 μ hoch, 3—8 μ breit und von größerem radialem Durchmesser als die großen Markstrahlzellen. Markstrahlwände reichlich getüpfelt. Die Wandtüpfel zwischen Markstrahlzellen und Gefäßen oft sehr regelmäßig, den Maschen eines zierlichen Netzwerkes gleichend. Holztracheiden bilden die Grundmasse, sehr dickwandig und englumig, 14—19 μ Querschnittsbreite. Holzparenchym dünnwandig, ziemlich reichlich, teils zerstreut, teils in Querreihen oder auch neben den Gefäßen vereinzelt. Holzparenchymzellen bis 95 μ lang und 16 μ weit. Jahresringgrenzen unauffällig.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer

und dicht, sehr schwerspaltig und dauerhaft auch in Farbton. Textur sehr fein und gleichmäßig. Trotz seiner hornartigen Dichte und seines unregelmäßigen Faserverlaufs ist es leicht zu bearbeiten, und wird darin von keiner anderen Holzsorte übertroffen. Beim Trocknen neigt das Holz zum Reißen — gut getrocknet reißt und wirft es sich jedoch nicht mehr.

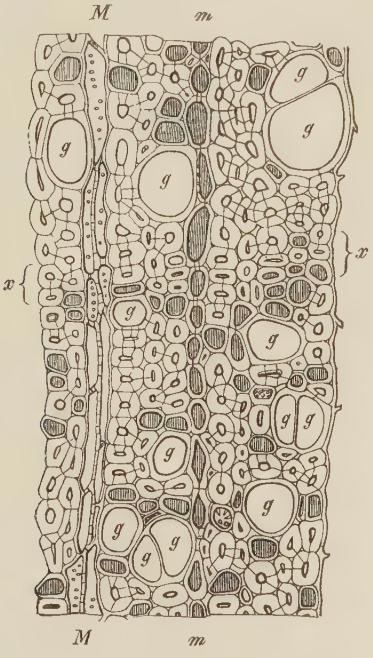


Abb. 105.
Querschnittsansicht aus dem Holze des Buchsbaums, *Buxus sempervirens* L., 300/1. *g* Gefäße, *M* ein in seinem mittleren Teile, *m* ein an einer Kante durchschnittener Markstrahl; bei *x x* Grenze zwischen zwei Jahresringen; unter dieser das Spätholz des älteren, darüber das Frühholz des jüngeren, in der Grundmasse beider dickwandige Tracheiden und dünnwandiges, im Lichtraum schraffiertes Strangparenchym. (Nach Wilhelm.)

Glatt und fein zu hobeln und zu drechseln, auch schön zu polieren. Hie und da zeigt das Holz lockeren Wuchs und reißt dann beim Trocknen spiralförmig auf.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,990—1,020 (nach Nördlinger). Es schwindet beim Trocknen sehr beträchtlich.

Inhaltsstoffe: Wände aller Elemente schwach gelblich. In einzelnen Gefäßen hellgelber bis bräunlicher, in Alkohol unlöslicher Inhalt.

Verwendung: In seinen besten Qualitäten das vorzüglichste Material für die Holzschneidekunst und Drechslerei (Schachfiguren usw.), für welches ein vollwertiger Ersatz nicht vorhanden ist. Ferner in der Möbeltischlerei als Intarsienmaterial (hierzu besonders Maserstücke aus den knorrigen kleinen Wurzelknollen), zu Webschiffen, Spulen bei Spinnereien, Blasinstrumenten, Maßstäben, wissenschaftlichen Instrumenten, Gerätestielen, Kämmen, Hobeln usw.

Geschichtliches: Der Wert des Buchsbaumholz für die Xylographie war bereits im Mittelalter (um 1400 herum) bekannt. Albrecht Dürer, Holbein und andere Künstler bevorzugten für ihre Arbeiten das Holz. Während des Weltkrieges hat sich allein das echte Buchsbaumholz den hohen Anforderungen beim Hämmern des Magneteisensteines in Schalen bewährt.

Bemerkungen: 1. Vom Kaukasus wurden in den Jahren 1883—1887 durchschnittlich jährlich 2340 Tonnen, von Persien im Jahre 1906 1560 Tonnen Buchsbaumholz ausgeführt. Die Ausfuhr aus den Kaukasusländern hat in späteren Jahren langsam abgenommen und beträgt bereits 1895 nur noch 1200 Tonnen. (147.)

2. Der Feuchtigkeit ausgesetzt verfällt Buchsbaumholz leicht und bekommt eine Mißfärbung.

3. Um das Reißen beim Trocknen zu vermeiden, werden große Blöcke zuweilen gevierteilt. Nach Beauverie (40, 3) legte man in Frankreich das für feinere Arbeiten bestimmte Holz zur Verhütung des Reißens 3—4 Jahre in einen dunklen Keller, oder 24 Stunden in kaltes Wasser, um es dann einige Zeit zu kochen, zu trocknen und durch Aufbewahrung in Sand oder Kleie vor Luft und Licht zu schützen. In Schottland bewahrte man das für Weberschiffchen bestimmte Holz in trockenen, etwas unter der Erdoberfläche gelegenen Gruben auf, und bedeckte es mit Stroh oder Heu. Kurz vor der Bearbeitung wurde es 24 Stunden gedämpft und sofort bearbeitet. Derart behandeltes Holz »stand« ausgezeichnet.

4. Gegenwärtig werden Spinnereigeräte meist aus amerikanischem »Persimmon« (*Diospyros virginiana* L. Ebenaceae) und aus Hölzern verschiedener *Cornus*-Arten, besonders dem »Dogwood« (*Cornus florida* L. Cornaceae) hergestellt,

so daß die Nachfrage nach europäischem Buchsbaumholz stark abgenommen hat.

5. Die im amerikanischen Handel am meisten geschätzte Sorte ist das aus der russisch-kaukasischen Provinz Kuban stammende und zur gleichen Art gehörige »Abassia-Buchsholz«. Der Qualität nach folgen dann die Anatolische und Persische Provenienz. Japan verbraucht hauptsächlich das aus Siam und Burma stammende Holz von *Buxus japonica* Muell., welches geringer bewertet wird, in der Färbung beträchtlich heller ist und weniger bitteren Geschmack besitzt.

6. Das in Japan, besonders in der Kammschneiderei und Holzschnitzerei verarbeitete »Asame Tsuge« oder »Japanische Buchsbaumholz« stammt von *Buxus sempervirens* L., *var. japonica* J. Mueller.

7. Nach Angaben von Großmann (152) treten nach längerer Beschäftigung mit dem Holze Erkrankungen nicht ernster Natur ein.

b) Das afrikanische Buchsbaumholz.

a) Stammpflanze und Familie: *Buxus Macowani* Oliv. Buxaceae.

Nomenklatur: »Afrikanisches Buchsholz«, »Cape boxwood z. T.«, »East London boxwood z. T.«

Heimat: 12—24 m hoher und bis 1,20 m dicker (im Durchmesser) Baum Südafrikas (besonders im östlichen Teil der Kapkolonie).

Holzcharakteristik: Holz hellgelb, ohne dunkleren Kern. Dem europäischen oder asiatischen Buchsbaumholz sehr ähnlich (siehe dieses II, 128 a), nur mitunter ein wenig heller und mit leichter Neigung zu kleinen schwarzen Flecken, ferner mit weniger zahlreichen und weniger deutlich hervortretenden Markstrahlen,

Anatomische Holzcharakteristik (5, 134): Gefäße zahlreich, etwa 50 je 1 qmm, 0,03—0,06 mm weit, meist einzeln, mit einfachen, häufig sehr schräg stehenden und schwach leiterförmigen Durchbrechungen ihrer Gliedenden. Gefäßwände mit zahlreichen, kleinen, nur 3 μ breiten, rund- bis querspaltporigen Hoftüpfeln dicht besetzt. Markstrahlen einschichtig, nicht selten nur aus einer oder zwei Zellagen gebildet, oder meist 3, seltener 5 Zellen breit und 0,16—0,56 mm hoch, oft in einschichtige, aus mehreren Zellagen bestehende Kanten verlängert. Markstrahlzellen im mittleren Teile der mehrschichtigen Markstrahlen des Tangentialschnittes rund, 8—21 μ hoch, Kantenzellen, wie die Zellen der einschichtigen Markstrahlen rechteckig, 40—90 μ hoch, 11—27 μ breit. Alle Markstrahlzellen mäßig dickwandig, die niederen bis 0,07 mm lang, die hohen kürzer, im Radialschnitt oft quadratisch und in den Kanten bis viermal höher als breit. Holzfasertracheiden bilden die Grundmasse, sehr dickwandig und englumig, bis 28 μ breit, nicht radikal gereiht, mit dicken Schließhautscheiben ihrer Hoftüpfel. Holzparenchym dünnwandig, ziemlich reichlich, vereinzelt neben den Gefäßen und in der Grundmasse, in letzterer teils zerstreut, teils in quer- oder schrägverlaufenden Reihen. Holzparenchymzellen bis 0,11 mm lang, auf den Radialwänden gruppenweise getüpfelt.

Beschaffenheit: Glatt, fein, dichtfasrig, ohne besonderen Geruch und Geschmack. Sehr fest und hart, spaltet sehr leicht und sauber und kann in dünne Platten gespalten werden. Es liefert bei der Verarbeitung reichlich Abfall, wegen häufiger Fehlstellen, Astknoten usw. Das Holz steht gut und neigt weniger zum Reißen als asiatisches Buchsbaumholz.

Prüfung: Gewicht: 863 kg je 1 cbm.

Inhaltsstoffe: In vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms spärlicher, gelber Inhalt, ebenso mitunter in den Gefäßen. Das Holz enthält ein alkaloidisches Herzmuskelgift. (151; 316.)

Verwendung: Meist zu Drechslerarbeiten und kleineren Schnitzereien. Im übrigen wie das echte Buchsbaumholz als wertvoller Ersatz verarbeitet.

Bemerkung: 1. Das Holz scheint in unbeschränkten Mengen erhältlich zu sein, hat jedoch nur einen beschränkten Abnehmerkreis.

2. Schon seit dem Jahre 1885 wird dieses Holz in 0,90—6,0 m langen und 3—22 cm starken Blöcken eingeführt.

3. Über »Usambara-Buchsholz« von der Araliacee *Schefflerodendron usambarense* Harms stammend, siehe (463).

β) Stammpflanze und Familie: *Gonioma kamassi* E. Mey. — Apocynaceae.

Nomenklatur: »Knysna-Buchsholz«, »Knysna boxwood«, »Kamassi Buchsholz«, »Cape boxwood z. T.«, »East London boxwood z. T.«

Heimat: Bis 6 m hoher und 0,30 bis 0,45 m dicker (im Durchmesser) Baum Südafrikas (besonders der Kapkolonie).

Holzcharakteristik: Holz rötlich braun, von tieferer Färbung als die anderen Buchsholzarten.

In seinen sonstigen Eigenschaften ähnelt das Holz dem des westindischen Buchsholzes sehr, unterscheidet sich jedoch von diesem durch gerade, nicht wellenförmige Markstrahlen (siehe »Westindisches Buchsholz«, II, 128, d).

Anatomische Holzcharakteristik (492): Dem Holze von *Aspidosperma Vargasii* D. C. (Familie: Apocynaceae) »westindisches Buchsholz« sehr ähnlich (siehe II, 128, d).

Beschaffenheit: Ziemlich hart, mittelschwer, von feiner gleichmäßiger Textur, ziemlich leicht und glattspaltig.

Inhaltsstoffe: Das Holz enthält ein curareähnliches, bei den Bearbeitern Vergiftungserscheinungen hervorrufendes Alkaloid. Der giftige Stoff wirkt aufs Herz und führt eine allmähliche Verlangsamung des Stoffwechsels und eine Herabsetzung der Herzmuskelkraft herbei. Auch der Faserstaub ruft Entzündungen der Nase und Augen hervor und erzeugt fiebrige Symptome (108, 2; 151).

Verwendung: Weniger für Holzschnitzerei geeignet als für Weberschiffchen und Spulen.

Bemerkung: Das Holz wurde früher in ansehnlichen Mengen in England eingeführt und zwar in geraden, sauberen und gut gewachsenen Blöcken von 12 bis 30 cm Durchmesser. Vereinzelte Blöcke zeigten spanrückigen Wuchs.

c) Das ostindische Buchsbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Canthium didymum* Roxb. Rubiaceae.

Botanisches Synonym: *Plectronia didyma* Benth. et Hook. fil.

Nomenklatur: »Ostindisches Buchsbaumholz«, »Ceylon boxwood«, »Tolan«.

Heimat: Indien, Ceylon.

Holzcharakteristik und Verwendung: Holz weißfarbig (in Ceylon) bis hellbraun (in Indien). Das harte, dichte und gradfaserige Holz erschien früher häufiger, gegenwärtig jedoch seltener auf dem englischen Markte in Dimensionen von 0,90 m Länge und 0,15 bis 0,45 m Dicke. Sein Gewicht beträgt 911 kg je 1 cbm (41).

Für Holzschneidezwecke früher gebraucht, gegenwärtig für diesen Zweck nicht mehr verarbeitet, da das Holz nicht hart genug ist. Ausgedehnte Verwendung findet es für Weberschiffchen in der Seidenspinnerei.

d) Das westindische oder tropisch-amerikanische Buchsholz.

Nach den Untersuchungen von Record (153), Mell (123), Ernst (154), Laris (108, 3), Sprague und Boodle (155) und Pittier (99) stammt das echte »westindische Buchholz« nicht, wie früher irrtümlich angenommen wurde, von *Tecoma pentaphylla* Juss. (Bignoniaceae) dem »roble«, sondern von *Aspidosperma Vargasii* D. C. (Apocynaceae) dem »Amarilla yema de Luevo« oder »Amarilla yema de Huore« aus Venezuela, bzw. von Varietäten dieser Art. Es wird unter den Marken: »Naranjillo«, »Atata«, »Zapatera« und »Amarillo« gehandelt.

Das »Baitoa« oder »San Domingo Buchsholz« oder »bois blanc« stammt von *Phyllostylon brasiliensis* Cap. (Ulmaceae) (123, 153), einem Baum Argentiniens, Brasiliens, San Domingos, Haitis und des östlichen Teiles von Kuba. Dieses »San Domingo Buchsholz« ist weniger wert als das »Venezuela-Buchsholz«. Es eignet sich nicht zu Holzschnitzarbeiten, wohl aber zu Weberschiffchen und Maßstäben. Es wechselt in der Farbe von sehr hell bis kanariengelb oder hellbraun. Besonders charakteristisch ist das massenhafte Auftreten von Kalziumkarbonatkristallen, die schon mit bloßem Auge, mit der Lupe jedoch deutlich zu erkennen sind und auf Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure aufbrausen (einfaches Unterscheidungsmerkmal).

Stammpflanze und Familie: *Aspidosperma Vargasii* D. C. — Apocynaceae.

Nomenklatur: »Westindisches Buchsholz«, »Dottergelbholz«, »Amarillo yema de Luevo«, »Amarilla yema de Huore«.

Heimat: Venezuela. Das Holz gelangt von Puerto Cabello nach Europa.

Holzcharakteristik (5,133): Holz gelblich, auf frischen Schnitten lebhafter, auf älteren matter, ohne dunkleren Kern. Hirnflächenschnitt mit mehr oder weniger auffälligen Jahresringen und kenntlichen Markstrahlen. Gefäße mit bloßem Auge unkenntlich, erst unter der Lupe sehr zahlreiche helle Pünktchen bzw. feine, radial geordnete Gefäßporen zu erkennen. Der Holzlängsschnitt ist gleichmäßig dicht, nicht nadelrissig, längsstreifig, auf der spiegelnden Längsfläche auch feine Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5,133): Gefäße sehr zahlreich, 190—300 und mehr je 1 qmm, 0,009 bis 0,06 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—4 in Gruppen oder zu 2—8 in Radialreihen. Mitunter stoßen solche Gefäßreihen im Querschnitt zusammen und sind gewöhnlich nur durch eine Holzfaser voneinander getrennt. Die Gefäße sind meist gleichmäßig verteilt oder im Frühholz der meist deutlichen Jahresringe dichter gestellt. Gefäßwände dick, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und sehr zahlreichen, kleinen oft kaum 3 μ breiten, oval- bis spaltporigen Hoftüpfeln bedeckt. Markstrahlen zahlreich, entweder einschichtig, oft nur aus einer der wenigen Zellagen bestehend, oder 2—3-, auch 5-schichtig, 0,08—0.80 mm hoch, selten auch etwas höher, oft mit hohen, aus mehreren Zellagen gebildeten, einschichtigen Kanten. Die Mittelzellen der mehrschichtigen Markstrahlen meist 3—16 μ, einzelne auch bis 21 μ hoch, 4—8 μ breit, im Tangentialschnitt oft rund. Die Kantenzellen der mehrschichtigen und einschichtigen Markstrahlen 20—60, selten bis 90 μ hoch, bis 20 μ breit, im Tangentialschnitt rechteckig, die Endzellen spitz zulaufend. Die niederen Zellen der mehrschichtigen Markstrahlen im Radialschnitt bis 0,1 mm lang, die hohen Zellen und die Zellen der einschichtigen Markstrahlen kürzer bis quadratisch, an den Kanten bis fünfmal höher als breit. Die Tangentialwände der Markstrahlzellen reichlich getüpfelt; in den Zellen häufig ein großer Kalziumoxalatkristall. Holzfasern bilden die Grundmasse, sehr dickwandig, radial gereiht, bis 21 μ breit und mit kleingetüpfelten Wänden. Holzparenchym scheint völlig zu fehlen.

Beschaffenheit: Hart, mittelschwer, dicht und feinfaserig, ziemlich leicht- und glattspaltig, gut schneid- und polierbar.

Inhaltsstoffe: Zellwände gelblich. In den langen Zellen der mehrschichtigen Markstrahlen oft einige gelbliche, runde Tropfen, die in Alkohol löslich sind. In den Gefäßen seltener blaßgelber Inhalt, der erstarrtem Gummi ähnlich sieht. Wasser und Alkohol wird kaum gefärbt. Gerbstoff fehlt.

Verwendung: Das Holz dient zur Herstellung von Maßstäben, Weberschiffchen, Zahnbürsten und dergl. und wird in der Stockindustrie benutzt. Es eignet sich für xylographische Zwecke weniger.

c) Siehe Tabelle S. 1510.

f) Die wichtigsten geringwertigen Buchsbaumersatzhölzer.

Bursaria spinosa Cav.
= »Native box«, »Boxthorn« (Pittosporaceae).

Cornus florida L.
= »American boxwood« (Cornac.).

Eucalyptus Bosistoana F. v. Müll.
= »Bairus dale grey box« (Myrtac.).

Eucalyptus goniocalyx F. v. Müll.
= »Grey box«, »Bastard box« (Myrtac.).

Eucalyptus hemiphloia F. v. Müll.
= »Grey box«, »White box« »Yellow box« (Myrtac.).

Eucalyptus largiflorens F. v. Müll.
= »Grey box«, »Yellow box«, »Bastard box«, »Cooburn box« (Myrtac.).

Eucalyptus longifolia Link.
= »Bastard box« (Myrtac.).

Eucalyptus melliodora A. Cunn.
= »Yellow box« (Myrtac.).

Eucalyptus microtheca F .v. Müll.
= »Black box«, »Bastard box« (Myrtac.).

Eucalyptus obliqua L'Hér.
= »Ironbark box«, »Black box« (Myrtac.).

Eucalyptus odorata Behr.
= »Box«, »White box« (Myrtac.).

e) Anatomische Bestimmungstabelle der wichtigsten »Buchshölzer« des Handels (153).

Handelsname	Gefäße	Holzfasern	Markstrahlen	Holzparenchym	Zuwachszonen	Kristalle
»Türkisches Buchsholz« (*B. sempervirens* L.)	Gefäßenden leiterförmig durchbrochen. Gefäße offen, gut verteilt, einzeln, rundlich, meist weniger als 0,03 mm. diam. Hoftüpfel klein, kreisförmig, Tüpfelöffnung sehr klein, schlitzförmig	Ohne gelatinöse Schicht, häufig in ziemlich ausgeprägten Radialreihen, an der Wuchsringgrenze etwas abgeflacht. — Tüpfel undeutlich behöft	Verschiedenartig. Große Zellen dickwandig. Tüpfel nach den Gefäßen zu klein, halbhof getüpfelt — 1—3, meist 1 oder 2 Zellen breit; 1—15 Zellen bis 30 Zellen hoch. Zellen 0,2 : 0,25—0,40 mm	zerstreut und in kurzen Tangentialbändern, keine konzentrischen Linien	Durch schmale porenlose Zonen ausgeprägt	—
»East London- od. Cape-Buchsholz« (*B. Macowani* Oliv.)	wie beim »Türkischen Buchsholz«	wie beim „Türkischen Buchsholz", aber: Tüpfel deutlich behöft, zuweilen sehr auffällig	wie beim »Türkischen Buchsholz«, aber: 1—3, meist 2 Zellen breit; 1—20, meist 8—10 Zellen hoch. Zellen 0,02 : 0,17 mm	wie beim »Türkischen Buchsholz«	wie beim »Türkischen Buchsholz«	—
»Zapatero« oder »Westindisches« oder »Venezuela-Buxholz.« (*Casearia praecox* Griseb.)	Gefäßenden einfach durchbrochen. Poren offen, weiß in radialen Reihen zu 2—8, meist 2—4, nicht weniger als 0,04 mm diam. Tüpfel sehr klein, mit schlitzartiger Öffnung	teilweise mit gelatinöser Schicht, oft in deutlichen radialen Reihen, zuweilen falsch gefächert mit Herzplättchen. Tüpfel einfach aber häufig deutlich	schmal, 1—3 Zellen breit, dicht gedrängt, verschiedenartig, wenige bis 75 Zellen hoch Zellen 0,03 : 1,5 mm. Halbhof getüpfelt, mit gitterartigem Aussehen	fehlt oder sehr selten	vorhanden	sehr häufig
»Amarillo« oder »Venezuela-Buchsholz« (*Aspidosperma Vargasii* DC.)	wie »Zapatero« aber: Poren einzeln, ziemlich groß 0,06—0,07 mm diam., offen. Tüpfel ziemlich groß, mit außerhalb der Höfe sich erstreckenden Öffnungen	ohne gelatinöse Schicht, einige Neigung zu radialer Anordnung, Tüpfel deutlich behöft	wie »Zapatero«, aber: gleichartig, meist einreihig, 1—20 Zellen hoch, Zellen: 0,01—0,02 : 0,30 mm. Tüpfel gegen die Gefäße halbhof getüpfelt	wie »Zapatero«, aber: vorhanden u. deutlich zerstreut, selten in Tangentialbändern	schmale, porenlose Zonen.	—
»Baitoa« oder »San Domingo-Buchsholz« (*Phyllostylon brasiliensis* Cap.)	wie »Amarillo« aber: Poren z. T. mit Kalziumkarbonat gefüllt, zuweilen mit Thyllen. Einzeln oder in zusammengepreßten Radialreihen zu 2—5, die größeren 0,04—0,05 mm diam.	mit dicker gelatinöser Schicht und gelblichem, körnigem Inhalte, ohne radiale Anordnung, Tüpfel klein, undeutlich, einfach	wie »Amarillo«, aber: verschiedenartig, 1—4 Zellen hoch, niedrig und hoch, die hohen gewöhnlich an der Vereinigung von Korkrocken etwas zusammengepreßt. Zellen: 0,025—0,04 : 0,17—0,18. Tüpfel groß, behöft	wie »Amarillo«, aber: in Tangentialbändern, meist 2 Zellen je Band	Wuchsringe durch eine Linie von Holzparenchym begrenzt; etwas Unterschied in der Dichte	häufig
»Knysna« oder »Kamassi-Buchsholz« (*Gonioma kamassi* E. Mez.)	Poren offen oder mit gelblichem Gummiinhalt, einzeln oder gelegentlich paarweise, größere Poren, etwa 0,04 mm diam. Tüpfel sehr klein	ohne gelatinöse Schicht und ohne Inhalt, Neigung zu radialer Anordnung, Tüpfel deutlich behöft	1—30 Zellen hoch, Zellen: 0,03—0,04 : 0,6 mm. Tüpfel zu den Gefäßen klein, halbgehöft, gitterartiges Aussehen, in einigen Zellen gelber Inhalt	nicht in Horizontalbändern	vorhanden infolge schmaler, porenloser Zonen	—

Eucalyptus polyanthema Schau.
= »Brown box«, »Red box«, »Grey box«, »Bastard box« (Myrtac.).
Eucalyptus populifolia Hook.
= »Poplar box«, »Red box«, »White box« (Myrtac.).
Eucalyptus punctata C. D. C.
= »Bastard box« (Myrtac.).
Eucalyptus stellulata Sieb.
= »Box« (Myrtac.).
Eucalyptus tereticornis Sm.
= »Bastard box« (Myrtac.).
Fagara-Arten (Rutac.).
Ongokea-Arten
= »Westafrikanisches Buchsholz« (Olacac.).
Scottelia-Arten (Flacourtiac.).
Pittosporum undulatum Vent.
= »Australian boxwood« (Pittosporac.) und viele andere.

Wilhelm (5, S. 756) beschreibt unter dem Namen »Boémbeholz« ein »Afrikanisches Buchsbaumholz«, welches von einem Riesenbaume Kameruns stammt, dessen botanische Abstammung unbekannt ist. Das Holz wird bereits als »Afrikanisches Buchsbaumholz« gehandelt. Es sei deswegen an dieser Stelle nur auf die Beschreibungen hingewiesen.

g) Statistik:

Nach dem Geschäftsbericht der Firma J. F. Müller & Sohn, Hamburg, betrug die Einfuhr an Buchsbaumholz im Jahre 1921:

Aus Afrika	1606	Blöcke	zu 137 t
„ Westindien	5217	„	„ 487 t
„ der Türkei	420	„	„ 221 t

Der Gesamtimport Deutschlands an Buchsbaumholz aller Sorten betrug in Friedenszeiten jährlich ungefähr 2—3000 Tonnen.

129. Renghasholz.

Stammpflanze und Familie: *Gluta rhenghas* L. — Anacardiaceae.

Nomenklatur: »Rengasz«.

Heimat: Malaiischer Archipel, Malaiische Halbinsel.

Holzcharakteristik (5, 95; 22, 8): Holz auf der frischen Schnittfläche fast kupferrot, mit zahlreichen, parallel ungleich breiten, rot bis schwarzvioletten Streifen in ungleichen Abständen. Holzquerschnitt mit sehr deutlichen, gleichmäßig zerstreuten Poren, unter der Lupe auch mit zarten, ungleich verteilten hellen Querlinien und feinen Markstrahlen. Auf dem Holzlängsschnitt bilden die Gefäße ziemlich grobe, streng parallel verlaufende, unter der Lupe glänzende, hie und da durch Füllzellen (Thyllen) verstopfte Längsfurchen. Die Markstrahlen erscheinen auf der lebhaft glänzenden Radialfläche als dunkler rote, teilweise auch schwärzliche Querstreifen, auf der Tangentialfläche im Lupenbild als zahlreiche feine, zum Teil schwarze Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 95): Gefäße 0,20—0,30 mm weit, einzeln oder zu 2—3 in Radialreihen oder zu mehreren sehr ungleich weiten in Gruppen. Im Innern der Gefäße dünnwandige Thyllen. Gefäßwände mit großen, querspaltporigen Hoftüpfeln besetzt, welche meist rund oder eckig und 13 μ breit sind, gegen Markstrahlen und Holzparenchymzellen oft breiter werden und dann elliptische Form haben. Markstrahlen entweder einschichtig, 3—20 Zellen hoch, oder mehrschichtig, 0,21—0,48 mm hoch, 0,07 mm breit. Diese erscheinen im Tangentialschnitt schwarz. In den mehrschichtigen Markstrahlen größerer, bis zu 40 μ weiter Interzellularraum, der mit zartem Epithel ausgekleidet und von kleinen, gelbwandigen Zellen umgeben ist, die seitlich oft einfach, oben und unten meist mehrschichtig sind. Markstrahlzellen dünnwandig, im Tangentialschnitt oft etwas quergedehnt, 0,09—0,40 mm hoch, im Radialschnitt gleichförmig, gegen Gefäße mit großen, meist über die ganze Höhe der Radialwände reichenden, oft nur schmalen Zwischenstreifen freilassenden Tüpfeln. Holzfasern bilden die Grundmasse, in sehr regelmäßiger, radialer Anordnung, in der Querrichtung bis 27 μ, in der Radialrichtung meist nur 5—10 μ weit, mit kleinen spaltenförmigen, fast senkrecht gestellten Tüpfeln. Diese Tüpfel entsprechen ebenso angeordneten und wenig breiteren der Markstrahlen. Holzparenchym teils an den Gefäßen, teils in der Grundmasse in zwei- bis dreischichtigen Querzonen verstreut; Holzparenchymzellen bis 21 μ weit und bis 0,19 mm lang, mit meist querelliptischen Tüpfeln auf den Radialwänden und mit auffallend weiten Tüpfeln nach den Gefäßen zu.

Beschaffenheit: Nicht sehr hart, ziemlich leicht, leicht- und glattspaltig.

Inhaltsstoffe: Gefäße und Holzfaserwände gelb. Besonders in den dunklen Streifen des Holzes zeigen die Fasern tief-karmoisinroten inneren Wandbelag. Wände aller weiten Markstrahl- und Holzparenchymzellen, sowie der Tüpfel rötlich. In den Markstrahlen, im Holzparenchym, auch in manchen Fasern tief gelb- bis karmoisinroter Inhalt, der sich teilweise in Alkohol, vollständig in Kalilauge löst. In vielen Markstrahlen auch farblose, runde, an der Oberfläche körnige oder traubige Klumpen, welche hauptsächlich aus amorpher Kieselsäure bestehen und

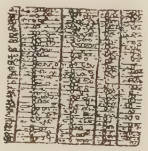


Abb. 106.
Querschnittsansicht des Fisetholzes (Lupenbild). (Nach v. Höhnel.)

den 3% betragenden Kieselsäuregehalt der Holzasche ausmachen. In Glyzerin werden diese Kieselkörper bis zur völligen Unkenntlichkeit unsichtbar. Die weiten Hohlräume der mehrschichtigen Markstrahlen sind entweder leer oder mit gelbrotem bis schwarzbraunem Inhalt, der in Alkohol und Kalilauge unlöslich ist, angefüllt. Der gleiche Inhalt findet sich oft auch in den angrenzenden Zellen und in vereinzelt schwärzlich erscheinenden Markfleckchen, die oft weite Gewebelücken ausfüllen. Kalilauge hellt die roten Faserwände auf, Alkohol wird durch das Holz granatrot, Eisenchlorid schwärzt die Wände der Gefäße und Zellen, sowie allen organischen Inhalt. Die Wasserlösung des Holzes ist gelb und wird durch Kalilauge tief orangerot.

Verwendung: Geschätztes Bau-, Möbel- und Kunsttischlereiholz. In der Heimat wird es zu Portalbauten, zu Einlegearbeiten, Waffenscheiden, zum Bootsbau und zu Bahnschwellen verarbeitet.

Bemerkungen: 1. Der Baum wird von den Eingeborenen nicht gern gefällt, da er in der Rinde einen äußerst scharfen Saft enthält, der auf der Haut Entzündungen und Geschwüre erzeugt. Auch das Holz soll hautreizend wirken (15, 4).

2. Unter der Benennung »Renghas« werden im malaiischen Gebiete fälschlicherweise auch Bäume verschiedener Anacardiaceengattungen gehandelt, so vor allem Hölzer der Gattung *Semecarpus* L. Unter dem gleichen Namen sollen auch Hölzer der Sapotaceen-Gattung *Sideroxylon* Bl. gehen (148).

3. Unter der Bezeichnung »Chittagongholz« wird ein obigem Holze sehr ähnelndes, im mikroskopischen Bau gleichendes Holz gehandelt. Die Bezeichnung dürfte für das »Renghasholz« nicht zutreffen, da sie sich auf das Holz der Meliacee *Chukrassia tabularis* A. Juss. bezieht. Fälschlich wird der Name »Chittagongholz« auch auf das Holz verschiedener anderer von Nordostbengalen nach Madras importierter Hölzer bezogen, so auf das von *Cedrela toona* Roxb. (Meliaceae), der »Moulmeincedar«.

130. Fisetholz.

Stammpflanze und Familie: *Cotinus coccygria* Scop. — Anacardiaceae.

Botanische Synonyme: *Rhus cotinus* L., *Cot. coccygea* C. Koch, *Cot. coriaria* du Hamel, *Cot. cotinus* (L.) Sarg.

Nomenklatur: »Ungarisches Gelbholz«, »Junger Fustik«, »Gemeiner Perückenstrauch«.

Heimat: Mittelhoher bis hoher Strauch oder kleiner Baum in Südeuropa, dem Orient, den Kaukasusländern und Südwestsibirien.

Holzcharakteristik (5, 96): Holz mit schmalem, nur 2—4 Jahresringe umfassendem weißlichem Splint und glänzend goldbraunem Kern, der nur im Stamm- und Astholz, nicht im Wurzelholz vorhanden ist. In der Mitte etwa 4 mm starkes Mark. Im Kern helle Frühholz- und dunklere Spätholzzonen. Der Hirnflächenschnitt ist ringporig, doch sind die einzelnen mehrreihigen Ringporen meist erst unter der Lupe zu unterscheiden, ebenso die im übrigen Teile der Jahresringe vorhandenen Pünktchen und radialen Strichelchen und Markstrahlen. (Abb. 106.) Der Längsholzschnitt ist gröber und feiner nadelrissig, von schönem Seidenglanz, meist etwas streifig.

Anatomische Holzcharakteristik: Frühholzgefäße 0,09 bis 0,15 mm weit, einzeln oder zu 2—3 in Gruppen mit ansehnlichen, etwa 8 μ brei-

ten querspaltporigen Hoftüpfeln, glattwandig. Die Gefäße des Kernholzes durch dünnwandige Thyllen verstopft. Enge Gefäße zu zwei oder vielen in vorwiegend radial gestreckten Gruppen mit Schraubenleistchen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Markstrahlen 1—3, meist zweischichtig, 0,12—0,50 mm hoch, hier und da auch etwas höher. Markstrahlzellen dickwandig, entweder ziemlich gleichförmig, 15—16 μ hoch, 4—12 μ breit, oder in den Kanten und den diesen nächstliegenden Zellen größer, 21—42 μ hoch, aber von 2—3 mal kürzerem Radialdurchmesser. In den Zellen häufig Kalziumoxalatkristalle. Holzfasern bilden die Grundmasse, nicht sehr dickwandig, ziemlich weitlumig, im Frühholz in den regelmäßigen Radialreihen bis 13 μ weit. Faserwände mit winzigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym spärlich, besonders neben den Gefäßen.

Beschaffenheit: Ziemlich weich, leicht, etwas schwerspaltig, gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,51—0,60 (nach Nördlinger).

Inhaltsstoffe: Die Wände aller Elemente des Kernholzes tiefgelb, der Inhalt vieler Markstrahlen ebenfalls tiefgelb bis gelbrot. Der Farbstoff ist das Glukosid »Fustin«, welches sich teilweise schon in warmem Wasser löst, in Alkohol vollständiger löslich ist. Alkalien färben das Holz blutrot.

Verwendung: Das Holz wird hauptsächlich zum Färben von Leder und Wolle benutzt. Stärkere Stücke dienen auch als Furnierholz.

Bemerkungen: 1. Das »Fisetholz« ist nicht zu verwechseln mit dem »Echten Gelbholz« oder »Gelbem Brasilholz« oder dem »Echten« oder »Alten Fustik«, welcher von *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaudich (Moraceae) stammt.

2. Die Hauptmenge des Holzes kommt von Griechenland und anderen Mittelmeerländern. Es gelangt in bis armdicken, selten stärkeren und bis nahezu meterlangen Knüppeln in den Handel. Die besten Sorten liefern die Ionischen Inseln und Morea (12, 11).

131. Rotes Quebrachoholz.

Unter der Bezeichnung »Quebracho« wurde früher jedes südamerikanische Holz verstanden, welches die Äxte rasch abnutzte. Noch heute werden die Arten *Thouinia striata* Radlk. (Westindien, Mexiko), *Copaifera hymenaefolia* Moric., *Jodina rhombifolia* H. und A. (Argentinien) und eine *Acacia*-Art aus Chile und Honduras fälschlich mit »Quebracho« bezeichnet, trotzdem sie mit dem echten Quebrachoholz weiter nichts gemein haben, als nur die Härte und Abnutzungsfähigkeit.

Das »Echte Quebrachoholz« wird unterschieden in:

a) »Weißes Quebrachoholz« von *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht. — Apocynaceae.

b) »Rotes Quebrachoholz« von *Schinopsis balansae* Engl. } Anacardiaceae.
Schinopsis Lorentzii Engl. }
von *Aspidosperma quebracho colorado* Schlecht. — Apocynaceae.

Von besonderer Bedeutung für die Holznutzung sind nur die beiden Arten:

Schinopsis balansae Engl. »Rotes Quebrachoholz«, und

Schinopsis Lorentzii Engl. »Quebracho colorado«.

Da diese beiden Arten sich in Beziehung auf ihre Holzcharakteristik usw. so gut wie gleichen, sind sie in folgendem zusammen behandelt.

Stammpflanze und Familie: *Schinopsis balansae* Engl., *Schinopsis Lorentzii* Engl.

Botanische Synonyme: für *Sch. balansae* Engl. = *Quebrachia balansae* Griseb.; für *Sch. Lorentzii* Engl. = *Quebrachia Lorentzii* Griseb., *Loxopterygium Lorentzii* Griseb.

Nomenklatur: »Quebracho colorado«, »Quebracho rubio«.

Heimat: Bis 21 m hoher Baum Paraguays, Uruguays, Argentiniens, Brasiliens, Boliviens. Der Baum soll auch in Chile vorkommen.

Holzcharakteristik (5, 97): Holz fleischrot, an der Luft tiefblutrot werdend, zerstreutporig. Auf dem Hirnflächenschnitt zahlreiche, gleichmäßig verteilte helle Pünktchen und miteinander abwechselnde helle und dunkle Querzonen. Unter der Lupe feine Markstrahlen. Längsschnitt fein längsstreifig, auf der Tangentialfläche fast glanzlos, im Lupenbild durch die Markstrahlen fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 97; 44, 2): Gefäße gleichmäßig verteilt, einzeln oder zu 2—3, seltener zu mehreren in Radialreihen, 0,075 bis 0,16 mm weit, dickwandig, mit 8—11 μ breiten, querspaltförmigen, einander abflachenden Hoftüpfeln besetzt. In den Gefäßen derb- bis dickwandige Thyllen. In letzteren häufig große Kalziumoxalatkristalle und mitunter große Stärkekörner. Markstrahlen zerstreut, meist 2—5 Zellen breit und 0,12—0,40 mm hoch, einzelne auch bis 0,125 mm breit. Zwischen diesen gangartige, bis 0,07 mm weite, im Tangentialschnitt runde Zwischenzellräume. Ein großer Zellraum ist zunächst von dünnwandigen Zellen, dann von einer meist einfachen Schicht dickwandiger umgeben. Holzfasern bilden die Grundmasse, mehr oder weniger dickwandig, oft mit Gallertschicht, im Querschnitt ungleich und verschieden groß. An den Jahresringgrenzen abgeplattet, mit kleinen, schiefspaltenförmigen Tüpfeln, durch dünne Querwände gefächert. Ob diese Fächerung in allen Fasern zu finden ist, bleibt dahingestellt. In den Splintholzfasern, namentlich in den Spätholzgrenzen und in der Umgebung der Gefäße, zum Teil große Stärkekörner. Holzparenchym nur in der nächsten Umgebung der Gefäße.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, hochgehärtete Werkzeuge sind sogar für die Bearbeitung jungen Holzes erforderlich, während altes Holz nahezu Metallhärte besitzt. Spaltfläche sehr uneben und zackig, feinfaserig, schön polierfähig. Im völlig trockenen Zustande wirft das Holz sich nicht.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,110—1,130 (nach Semler). Lufttrockengewicht: 1231 kg je 1 cbm (nach Howard und anderen).

Inhaltsstoffe: Das echte Quebrachoholz enthält 13,5—24,3 %, im Mittel: 20,9 % Gerbstoff (nach Jean bis 15,7 %), das Splintholz 3—4 %, die Rinde 6—8 %. Letztere wird selten ausgebeutet. Aus 4 Tonnen Holz werden rund 2 Tonnen flüssiger oder 1 Tonne fester Extrakt hergestellt. Letzterer hat einen reinen Gerbstoffgehalt von 68 %, so daß aus 4 Tonnen Holz 680 kg Gerbstoff, also 17 % des Holzgewichtes, gewonnen werden. [Nähere Angaben über Betrieb usw. von Quebrachounternehmungen siehe Poeschel (161)]. — Inhalt der Markstrahlen, der weiten Zwischenzellräume und der Thyllen farblos bis rötlich. Er ist in Wasser und Alkohol mehr oder weniger vollständig löslich. In Spalten und Rissen des Kernholzes dunkelrote, glänzende, brüchige Massen, die ebenfalls in Wasser und Alkohol löslich sind. Wände aller Holzelemente oft rötlich bis bräunlich. Das Holz wird von konzentr. Schwefelsäure schön karmoisinrot gefärbt und enthält »Fisetin«.

Verwendung: Zur Gerbstoffgewinnung; zu diesem Zwecke wird das Holz durch besonders kräftige Maschinen zerkleinert. Infolge seiner Härte nicht zu Möbeln usw. verwandt, sondern nur noch zu Balken, Schwellen und Pfosten. Gutes Brennholz.

Bemerkungen: 1. Das Quebrachoholz kommt zum Teil über französische Häfen in entrindeten, ansehnlichen, meist krummwüchsigen Stämmen nach Europa.

2. Über die Menge der noch in Argentinien und Paraguay vorhandenen Quebrachobestände siehe Lütgens (162).

3. Die Ausfuhr des Holzes aus Argentinien hat ständig zugenommen. Im ersten Halbjahr 1920 wurde entgegen 1919 ausgeführt: an Quebrachoholz 1919: 2686 t, 1920: 38 530 t; an Quebrachoholzextrakt: 1919: 60 443 t, 1920: 69 747 t.

Deutschland führte im Jahre 1925 = 352 197 dz, im Jahre 1926 = 90 854 dz Quebrachoholz ein, und im Jahre 1925 = 1003 dz, im Jahre 1926 = 4098 dz durch.

4. Die Hölzer der beiden oben beschriebenen Quebrachoarten unterscheiden sich höchstens durch ihren Gerbstoffgehalt.

5. Die Arten *Aspidosperma quebracho blanco* und *Aspidosperma quebracho colorado* Schlecht. besitzen geringeren Gerbstoffgehalt als die *Schinopsis*-Arten. Da alle Arten in gleichen Gegenden wachsen, gilt *Aspidosperma spec.* als vollwertiger Ersatz für die *Schinopsis spec.*

Das »Weiße Aspidospermaholz« stammt von einem 18—30 m hohen Baum, dessen Holz fest, hart und sehr schwer (spez. Lufttrockengewicht: 0,880 bis 1,100), sehr dichtfaserig ist und eine gelblichweiße oder gelblichbräunliche Farbe mit rötlicher oder rosafarbener Nuance hat. Letzteres Holz ist im Boden

sehr dauerhaft und wird neben der Gerbstoffgewinnung hauptsächlich zu Zaunpfosten, Dachsparren, Dielen, Eisenbahnloren, Schwellen, Telegraphenstangen, auch in der Tischlerei und Drechslerei wie im Wagenbau (Naben, Speichen usw.) verwandt. Wegen seiner dichten, ziemlich gleichförmigen Struktur gilt es als Buchsbaumholzersatz für Schnitzereien. — Das »Rote Aspidospermaholz« ist im frischen Zustand rot und wird später dunkelbraun, im übrigen deckt es sich mit dem weißen Holz so gut wie vollkommen.

6. Über die Quebrachowaldungen Südamerikas (Argentinien, Paraguay), ihre Zukunft und Industrie, siehe (433, 504, 531, 532); über Quebrachoersatzhölzer (546).

132. Holz der Stechpalme.

Stammpflanze und Familie: *Ilex aquifolium* L. — Aquifoliaceae.

Nomenklatur: »Gemeiner Hülsen«, »Hülsdorn«, »Christusdorn«, »Walddistel«, »common holly«, »houx commun«.

Heimat: Mittelhoher, bis 15 m, hie und da bis 24 m hoher Baum, der hauptsächlich in Südwesteuropa verbreitet ist, außerdem in den Vogesen, dem Schwarzwald, den Alpen und in Algier.

Holzcharakteristik (5,98; 6,25): Holz zerstreutporig, weiß, oder grünlichweiß ohne gefärbten Kern. Jahresringe im Querschnitt wenig deutlich. Markstrahlen treten meist scharf hervor. Die Gefäße sind unkenntlich oder nur durch helle Pünktchen angedeutet. Der Holzlängsschnitt ist fast gleichmäßig dicht, glanzlos; der Tangentialschnitt durch die Markstrahlen fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 98): Gefäße meist zu 2—9 in Radialreihen oder in radial gestreckten Gruppen, seltener einzeln, besonders im Frühholz der Jahresringe. Gefäße im Querschnitt eckig, 0,016—0,05 mm weit, mit kleinen, einander nicht berührenden Hoftüpfeln und derben Schraubenleistchen besetzt. Gefäßgliedenden 0,08—0,18 mm lang, leiterförmig durchbrochen, mit meist je 17—34 Spangen. Markstrahlen teils einschichtig, aus 1—10 Lagen von 25—119 μ hohen und nur 2—5 μ breiten Zellen bestehend, teils mehrschichtig, im Tangentialschnitt 2—4 Zellen (0,04—0,06 mm) breit und meist über 30—40 Zellen (0,29 bis 0,88 mm) hoch. Die mehrschichtigen Markstrahlen werden an den Kanten aus Zellagen oder aus mehreren großen, 75 bis 94 μ hohen, schmalen Zellen gebildet. Die andern Zellen sind verhältnismäßig klein, nur 5—21 μ hoch, dickwandig (Abb. 107). Die hohen Zellen aller Markstrahlen im Radialschnitt kurz, meist ebenso breit wie

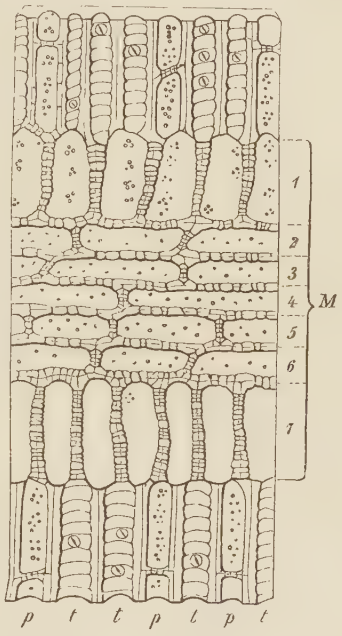


Abb. 107.
Radialschnittsansicht aus dem Holze des Hülsen (*Ilex aquifolium*), 250/1. *t* Mittelstücke von Fasertracheiden mit Hoftüpfeln und zarten Verdickungsleistchen der Innenwand. *p* Holzparenchym mit kleinen einfachen Tüpfeln. *M* ein Markstrahl, dessen Kantenzellen (in den Reihen *1* und *7*) erheblich höher, aber in radialer Richtung schmäler sind als die Zellen in *2* bis *6*. Alle Markstrahlzellen einfach getüpfelt. (Nach Wilhelm.)

hoch, mitunter etwas schmäler, auf den Tangentialwänden sehr reichlich getüpfelt. Holzfasertracheiden bilden die Grundmasse, dickwandig, teils mit Ring-, teils mit Schraubenleistchen besetzt. Ihre Hoftüpfel sind rund, bis 27 μ breit. Holzparenchym zerstreut, oft an Gefäße grenzend, seine Zellen 0,11—0,19 mm lang, auf den Tangentialseitenwänden nur spärlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Ziemlich hart, schwer, sehr schwerspaltig, geruch- und geschmacklos. Das Holz läßt sich sehr gut polieren und beizen. Es schwindet und wirft sich sehr stark. Infolge seines hohen

Wassergehaltes muß es vor der Verarbeitung gut getrocknet werden.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,780.

Inhaltsstoffe: In manchen Markstrahl- und Holzparenchymzellen bräunlicher Inhalt. Wasser und Alkohollösung bleiben farblos.

Verwendung: In der Drechslerei und zu Einlegearbeiten. In der Kattundruckerei wird es für Holzschnitte benutzt, ferner für hölzerne Handgriffe an Kesseln, als Furnierholz, für Spazierstöcke, mechanische Instrumente und dergleichen. Für Einlegearbeiten ist es das gesuchteste und wertvollste »Weiße Holz«. Es dient gebeizt als Ebenholz-Ersatz.

Bemerkung: Dem Stechpalmenholze sehr nahe steht das »White wood« von *Ilex capensis* Harv. Dieses stammt aus Südafrika (Natal), hat milchweiße Farbe und sehr feine Faser, ist geruch- und geschmacklos, leicht zu bearbeiten, wirft sich jedoch außerordentlich stark und reißt beim Trocknen sehr. Anatomisch unterscheidet es sich von *Ilex aquifolium* L. dadurch, daß die Gefäße gewöhnlich in kurzen, sechs Poren nicht übersteigenden Radialreihen angeordnet sind, daß die Markstrahlen auf dem Radialschnitt auffälliger hervortreten, etwas dunkler als die Grundmasse sind und auf der Tangentialfläche deutlich sichtbare, spindelförmige Linien zeigen. Das Holz dieses »Splintholzbaumes« wird ähnlich dem von *Ilex aquifolium* L. verarbeitet, dient in der Heimat jedoch hauptsächlich als Brennholz.

133. Spindelbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Evonymus europaea* L. — Celastraceae.

Botanisches Synonym: *Evonymus vulgaris* Mill.

Nomenklatur: »Pfaffenhütchen«, »dogwood«, »prickwood«, »fusain«.

Heimat: Baumstrauch oder kleiner, bis 6 m hoher Baum ganz Europas, mit Ausnahme des südlichen und westlichen Teiles der Iberischen und des mittleren und nördlichen Teiles der Skandinavischen Halbinsel und Irlands. Auch in Vorderasien.

Holzcharakteristik (5, 99): Holz zerstreutporig, gelblich, ohne gefärbten Kern. Auf dem Hirnflächenschnitt feine, meist scharf gezogene Grenzen der Jahresringe, unkenntliche Gefäße und kaum kenntliche Markstrahlen. Längsschnitt gleichmäßig dicht, kaum nadelrissig. Auf dem radialen Längsschnitt treten die Markstrahlen wenig hervor.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 99): Gefäße sehr zahlreich, 0,019—0,054 mm weit, meist einzeln, im Querschnitt eckigrund, mit Schraubenleistchen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit verhältnismäßig großen, oft spärlichen, 5—8 μ breiten, querspaltporigen Hoftüpfeln besetzt, gegen Markstrahlen reichlicher, aber kleiner getüpfelt. Markstrahlen einschichtig, bis über 20 Zellagen (0,25 mm) hoch. Markstrahlzellen 5—19 μ hoch, 5—8 μ breit, dickwandig, gleichförmig. Dickwandige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, in ihrem Mittelteile ziemlich weitlumig, ihre Wände mit Schraubenleistchen und runden Hoftüpfeln besetzt. Holzparenchym ziemlich spärlich, dünnwandig, den Gefäßen anliegend oder regellos zerstreut.

Beschaffenheit: Ziemlich hart und schwer, schwerspaltig, aber gut schneidbar, von geringer Dauer, gleichmäßig dicht, feinfaserig, zäh.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,700 (im Mittel).

Verwendung: Das Holz dient zur Herstellung von Spindeln, Ladestöcken, Pfeifenrohren, Zahnstochern, sowie zu feineren Drechslerarbeiten, Schuhnägeln usw. Die Kohle ist eine gute Zeichen- und Pulverkohle.

Bemerkung: Das Holz sieht dem echten Buchsholz nicht unähnlich. Es unterscheidet sich von ihm durch hellere Färbung, geringere Härte und Schwere, ferner dadurch, daß die sehr engen Gefäße sich auf der Hirnfläche nie als helle Pünktchen zeigen, sondern unter einer starken Lupe immer als äußerst feine Poren.

134. Kabukalliholz.

Stammpflanze und Familie: *Goupia glabra* Aubl. — Celastraceae.

Nomenklatur: »Goupi-Holz«.

Heimat: Bis 36 m hoher Baum in Britisch-Guayana.

Holzcharakteristik: Splintholz schwach rötlich oder gelblich. Kernholz

bräunlichrot, an der Luft wenig nachdunkelnd. Regelmäßige, zonenweise Abwechslung in der Holztönung, jedoch keine Zuwachszonen gewöhnlicher Form. Zonen, bei denen in der Grundmasse ziemlich viel Gefäße und wenig Holzparenchym vorkommen, wechseln häufig mit bedeutend dünneren Zonen ab, welche viel weniger Gefäße und Holzparenchym enthalten. An die dünneren Zonen schließt sich nach außen oft eine solche mit zahlreicheren Gefäßen und mehr Holzparenchym als sonst an. Hie und da auch dünne Zonen mit tiefer gefärbten Wänden der Fasertracheiden. Letztere erscheinen dem bloßen Auge wie Zonengrenzen. Gefäße etwa 10 je 1 qmm, meist zerstreut und vereinzelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße mit schief leiterförmig durchbrochenen Querwänden. Gefäßwände im Splintholz schwach gelb, im Kernholz oft gelbbraun, verholzt mit sehr zahlreichen spaltenförmigen Hoftüpfeln. In den Gefäßen teilweise Inhalt. Fasertracheiden bilden die Grundmasse des Holzes und liegen in regelmäßigen Radialreihen; ihre Wände sind mit Hoftüpfeln besetzt. Holzparenchym ziemlich spärlich. Markstrahlen seitlich durch 1—3 Fasertracheiden-Reihen voneinander getrennt, 1—4-schichtig und 1—50 Zellen hoch.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, zäh, dichtfasrig, leicht zu bearbeiten und fein zu polieren. Geruch wie frisch ausgelaugtes Holz.

Inhaltsstoffe: In einzelnen Gefäßen des Splintholzes gelbe Massen. In vielen Gefäßen des Kernholzes roter bis braunroter Stoff. Die Holzparenchymzellen des Splintholzes enthalten häufig Stärkekörner und zuweilen gelben Inhalt. Das Kernholzparenchym führt vereinzelt Stärkekörner, ferner oft eine tiefrotbraune oder gelbbraune oder schmutzig farblose körnige Masse.

Verwendung: Zur Herstellung dauerhafter Möbel, zu Bahnschwellen und Holzpflaster; auch beim Bootsbau und für Böden verarbeitet.

135. Holz der Pimpernuß.

Stammpflanze und Familie: *Staphylea pinnata* L. — Staphyleaceae.

Heimat: Mittelhoher Strauch Mitteleuropas, Kleinasiens und des Kaukasus. Er tritt meist in Bergwäldern auf.

Holzcharakteristik (5,100): Holz zerstreutporig, gelblichweiß, ohne gefärbten Kern, mit deutlichen, oft welligen

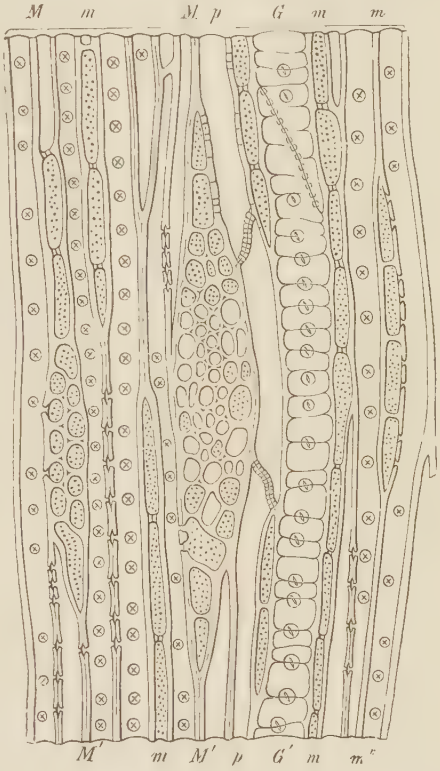


Abb. 108.
Tangentialschnittsansicht aus dem Holz der Pimpernuß, *Staphylea pinnata* L., 300/1. *G G'* Gefäß mit Ringleistchen, nahe der oberen Bildgrenze eine leiterförmig durchbrochene Querwand in der Profilansicht. Zwischen *M M'* mehrschichtige Markstrahlen, zwischen *m' m'* ein einschichtiger; bei *m* (links) einschichtige Enden nicht mehr ins Bild gelangter Markstrahlen. Zwischen *p p* drei Strangparenchymzellen; an diesen rechts oben und unten je ein einschichtiger Markstrahl, ein solcher auch rechts an *G G'* (*m*). Die übrigen Zellen Tracheiden.
(Nach der Natur gezeichnet von Wilhelm.)

Jahresringen. Auf dem Hirnflächenschnitt treten die Markstrahlen scharf hervor. Mit gewöhnlichem Auge sind die Gefäßporen nicht zu erkennen, unter der Lupe erscheinen sie meist einzeln und gleichmäßig verteilt. Holzlängsschnitt glanzlos, sehr fein nadelrissig. Markstrahlen auf dem tangentialen Längsschnitt erst unter der Lupe erkenntlich.

Anatomische Holzcharakte-

ristik (5, 100) (Abb. 108): Gefäße meist einzeln, gleichmäßig verteilt, im Querschnitt eckigrund, 0,024—0,05 mm weit. Die Enden der Gefäßglieder sehr schräg gestellt, 0,013—0,16 mm lang und leiterförmig durchbrochen, mit bis 25 Sprossen. Gefäßränder mit ringförmigen Verdickungen, die nicht immer ringsum laufen, oder mit Schraubenleistchen, und mit ansehnlichen, 8—14 μ breiten, runden, bis elliptischen Hoftüpfeln besetzt. Zu dem Holzparenchym und den Markstrahlen hin auch querovale, einfache Tüpfel. Markstrahlen entweder einschichtig, bis 12 Zellen hoch, mit 27 bis mehr als 50 μ hohen und 5—13 μ breiten, auf den Tangentialwänden reichgetüpfelten Zellen, oder mehrschichtig, bis 7 Zellen breit und mehr als 30 Zellen (0,24—0,96 mm) hoch. Letztere im Tangentialschnitt meist rundlich, nur 5—14 μ hoch, an den Kanten in eine schmale, 24 bis über 50 μ hohe Endzelle oder auch in einer Reihe solcher auslaufend. Diese Reihe ist mitunter so lang wie der mehrschichtige, kleinzellige Teil des Markstrahles. Fasertracheiden bilden die Grundmasse, glattwandig, sehr dickwandig, 19—24 μ breit, von 4—6-eckigem Querschnitt. Holzparenchym spärlich, zerstreut. Holzparenchymzellen von denen der einschichtigen Markstrahlen meist durch größere Länge und Breite und die fehlende oder weniger reichliche Tüpfelung der Tangentialwände unterschieden.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, schwerspaltig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,82.

Verwendung: Gutes Drechslerholz.

136. Ahornbaumholz.

Die zur Gattung *Acer* (Familie: Aceraceae) gehörigen Bäume sind Bergbewohner, die mit größtem Artenreichtum im Gebiete von Osthimalaja bis Zentralchina und Japan wachsen, ferner im östlichen Mittelmeergebiet, den Gebirgen der Balkanhalbinsel und des westlichen Kaukasus, in Spanien, Nordafrika, Persien und im südlichen bis südöstlichen Mitteleuropa bis zum nördlichen Skandinavien hinauf verbreitet sind. In Nordamerika tritt die Gattung nordwärts bis in das südliche Kanada und Oregon, südwärts bis Mexiko auf.

I. Aufzählung der wichtigsten Nutzholz liefernden Vertreter der Gattung *Acer*.

1. *Acer Campbelli* Hook. *fil et* Thumb. (Indien). — »Himalajan« maple.
2. *Acer campestre* L. (Mitteleuropa). — »Feldahorn.«
3. *Acer circinnatum* Pursh. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »vine« maple.
4. *Acer macrophyllum* Pursh. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »Oregon« maple.
5. *Acer negundo* L. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »Eschenblätteriger Ahorn«, »Box elder«.
6. *Acer nigrum* Michx. (nach Mayr.). (Vereinigte Staaten von Nordamerika.) — »black maple«.
7. *Acer oblongum* Wall. (Himalaja). — »Mark«, »Pharengala«.
8. *Acer platanoides* L. (Europa). — »Spitzblätteriger Ahorn«.
9. *Acer pseudoplatanus* L. (Mittel- und Südeuropa). — »Bergahorn«.
10. *Acer rubrum* L. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »red maple«.
11. *Acer saccharinum* L. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »Weißer Ahorn«, »silver maple«.
12. *Acer saccharum* Marsh. (Vereinigte Staaten von Nordamerika). — »Zuckerahorn«, »sugar maple«.

II. Allgemeine Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik der Ahornhölzer.

Im allgemeinen ähneln sich Ahornhölzer sehr. Das Holz (5, 101; 2, 16; 6, 24) hat breiten Splint. Kern und Splint sind kaum unterschieden, sehr hell, weißlich oder schwach rötlich bis hell bräunlich. Der Hirnflächenschnitt ist zerstreutporig mit stets unkenntlichen Gefäßen, nicht immer kenntlichen Markstrahlen und scharfen Jahresringgrenzen. Der Längsschnitt ist deutlich aber fein nadelrissig, durch die Markstrahlen auf der Radialfläche glänzend, querstreifig, im Tangentialschnitt fein und dicht gestrichelt, hier mit schönem Seiden- oder Atlasglanz. Im Lupenbild erscheinen auf dem Hirnflächenschnitt nicht sehr zahlreiche, ziemlich gleichmäßig verteilte Gefäße, die teils

einzeln oder zu 2—5 in Radialreihen liegen, ferner sind gerade verlaufende Markstrahlen deutlich erkennbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 101; 43, 7): Gefäße ziemlich spärlich, teils einzeln, teils zu 2—5 oder auch zu mehreren in Radialreihen, die sich mitunter aus dem Spätholz des einen Jahresringes in das Frühholz des folgenden fortsetzen; 0,03—0,11 mm weit. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwandung zu anderen Gefäßen mit großen, bis 18 μ breiten, einander meist sechsseitig abflachenden, rund- bis querspaltporigen Hoftüpfeln (siehe Abb. 8 *B*) besetzt, zu den Markstrahlen kleiner getüpfelt, zu den Holzfasern nur mit Schraubenleistchen (Abb. 109). Markstrahlen in der Regel 2—8 Zellen breit, bis 50 und mehr Zellen hoch, nur wenige einschichtig und bis 20 Zellen hoch. Markstrahlzellen meist 5—14 μ hoch, 3—5 μ breit, ziemlich dickwandig, gleichförmig, zu den Gefäßen hin groß- und dichtgetüpfelt. Holzfasern bilden die Grundmasse, in ziemlich regelmäßigen Radialreihen angeordnet, kleingetüpfelt, in der Umgebung der Gefäße ziemlich dickwandig — in diesen Zellen im Winter oft stärkehaltig —, in weiterer Entfernung von den Gefäßen dünnwandig und bis 90 μ weit. Holzparenchym sehr spärlich neben den Gefäßen und im äußeren Spätholz. In letzterem sind die Zellen dickwandig und abgeplattet, sie bilden dadurch die meist nur schmale aber scharf hervortretende Jahresringgrenze.

Beschaffenheit und Verwendung: Die Ahornhölzer sind im allgemeinen hochwertige, leicht polierfähige, harte, dichte, ziemlich schwere, schwer aber glattspaltige Drechsler-, Wagner- und Möbelhölzer, welche besonders für Schlafzimmereinrichtungen Verwendung finden, sehr gut stehen und ihres Gefüges wegen mit Vorteil der Imitation von Ebenholz, zu Türfüllungen und in der Waggonbauindustrie dienen.

III. Besondere Betrachtung der wichtigsten Ahornhölzer.

1. Stammpflanze: *Acer Campbelli* Hook. fil. et Thumb.

Nomenklatur: »Kabashi-Holz«, Himalayan maple«.

Heimat: Großer, laubabwerfender Baum aus Nordosthimalaja (Sikkim, Himalaja).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik:

Abb. 109.
Tangentialschnittsansicht aus dem Holz des Spitzahorns, *Acer platanoides* L., 300/1. *G G'* ein angeschnittenes Gefäß mit drei Gliedern (die einfachen Durchbrechungen nicht sichtbar, weil nicht in der Bildfläche gelegen); Schraubenleistchen, Hoftüpfel, über *G'* eine behöft getüpfelte Grenzwand zwischen benachbarten Gliedern im Profil zeigend. Zwischen *M M* zwei mehrschichtige, zwischen *m m* zwei einschichtige Markstrahlen, bei *p* Holzparenchym, bei *pf* eine gleich den Markstrahlen mit Stärkekörnchen erfüllte (ungefächerte) Faser, eine solche auch links angrenzend und zu kleinerem Teile rechts oben neben dem Gefäße. Die übrigen Zellen stärkeleere Fasern, »Libriform«. (Nach Wilhelm.)

Siehe: »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Holz gräulichweiß, mäßig hart, glänzend, dichtfaserig. Gefäßporen klein, gleichförmig verteilt. Markstrahlen zahlreich, fein und mäßig breit. Jahresringe durch eine dünne Linie gekennzeichnet.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 607 kg je 1 cbm (nach Gamble).

Verwendung: Im großen für Dielen und Teekisten.

2. Stammpflanze: *Acer campestre* L.

Botanische Synonyme: *Acer silvestre* Wender. *A. suberosum* Dumort.

Nomenklatur: »Feldahorn«, »Maßholder«, »Maßeller«, »common maple«, »field maple«, »auzerole«.

Heimat: Bis 20 m hoch werdender Baum Mitteleuropas. In den Alpen fehlend.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe: »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Hellbraunes oder rötlichweißes Holz, welches meist etwas dunkler ist als das von *Acer platanoides* (siehe 8). Das mittelschwere Holz ist ziemlich fein- und kurzfaserig und etwas glänzend. Gefäßporen klein. Die feinen Markstrahlen sind nur 2—4 Zellen breit, oft auch einschichtig, bis 0,8 mm hoch und auf dem Hirnflächenschnitt und Tangentialschnitt sowie unter der Lupe gut zu sehen. Jahresringverlauf leicht wellenförmig. Das Holz zeigt zuweilen dunkle »Markflecken« und ist häufig maserwüchsig (»Vogelaugenmaser«).

Beschaffenheit: Mittelschwer, sehr hart, zäh, sehr schwerspaltig, elastisch und fest, im allgemeinen wenig biegsam, schwindet mäßig, nur im Trocknen dauerhaft, sehr brennkräftig.

Prüfung: Grüngewicht: 870—1015 kg je 1 cbm (im Mittel: 970 kg). Spez. Lufttrockengewicht: 0,610—0,740 (im Mittel: 0,670).

Verwendung: Gutes Tischler- und Drechslerholz, viel zu landwirtschaftlichen Geräten benutzt, ferner zu Spielkugeln, Peitschenstielen, Ladestöcken, Pfeifenköpfen, Radkämmen usw. verarbeitet. Die Maserstücke sind beliebtes Furnierholz. Ausgezeichnetes Brenn- und Holzkohleholz.

3. Stammpflanze: *Acer circinnatum* Pursh.

Nomenklatur: »vine maple«, »mountain maple«.

Heimat: Selten aufrechter, häufig weinstockähnlich gekrümmter, auf dem Boden liegender, 4,5—6 m hoher Baum oder Baumstrauch der Küstenregionen Britisch-Columbiens, der Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanadas.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe: »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Holz lichthellbraun bis fast weiß, mit dickem Splint. Das sehr feinfaserige, dichte, harte Holz wirft sich beim Trocknen stark und ist nicht halb so fest wie das von *Acer saccharum* Marsh. (Siehe 12.)

Verwendung: Für häusliche Bedarfszwecke, Axtstiele, Schaufel- und kleineren Gerätestiele, hölzerne Bögen für Fischnetze. Gutes Brennholz.

4. Stammpflanze: *Acer macrophyllum* Pursh.

Nomenklatur: »Oregon maple«, »white maple«, »British Columbia maple«.

Heimat: In Form und Höhe sehr wechselnder Baum Nordamerikas (Küstenregion Alaskas, Britisch-Columbiens und der Vereinigten Staaten mit Inseln).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik. Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Holz hellbraun mit hellrotem Ton im Kernholz und dickem, hellerfarbigem Splint. Gelegentlich auf Radialschnitten maserartiger Wuchs. Die Maserzeichnung ist auf allen Längsschnitten und Schrägschnitten sichtbar.

Beschaffenheit: Ziemlich leicht, hart, fest, feinfaserig.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,440. Spez. Ofentrockengewicht: 0,510. Spez. Lufttrockengewicht: 0,500. Grüngewicht: 751,5 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 553,6 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wohl das wichtigste Hartholz der pazifischen Westküste. Es wird sehr viel zu Innenausbauten und Möbeln verwandt, auch zu Axt- und Gerätestielen, sowie zu Schneeschuhrahmen verarbeitet.

5. Stammpflanze: *Acer negundo* L.

Nomenklatur: »Eschenblätteriger Ahorn«, »Box elder«.

Heimat: Raschwüchsiger, bis 22 m hoch werdender Baum Nordamerikas. In Europa überall kultiviert.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Holz rahmweiß. Splint dünn, vom Kern in der Farbe nicht unterschieden. Markstrahlen zahlreich und dünn. Im übrigen siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«.

Beschaffenheit: Leicht, weich, schwach, wenig elastisch aber dicht. Ein relativ wertloses Nutzholz, das vielfach von amerikanischen Schneidemühlen als

»ash« oder »maple« in den Handel gebracht wird.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,433. Lufttrockengewicht: 431,7 kg je 1 cbm. Aschengehalt: 1,07 %. Trockengewicht: Bruch- und Elastizitätsmodulus nur ungefähr 60 % des der Weißeiche.

Inhaltsstoffe: Der Saft des Baumes ist zuckerhaltig.

Verwendung: In der Möbeltischlerei zu billigerem Hausgerät aller Art. Ferner zu Innenausstattungen, Handstiel-Material, leichteren Böttcherartikeln und Papierstoff.

Bemerkung: Die Varietät *Acer negundo californicum* hat schwereres, festeres und elastischeres Holz und wird als »ash-leaved maple«, »black ash«, »sugarwater ash« gehandelt. Das Holz wird vornehmlich für Fahrzeuge und landwirtschaftliche Geräte verarbeitet.

6. Stammpflanze: *Acer nigrum* Michx. (Nach Mayr.)

Dieses in den Vereinigten Staaten als »black maple«, »black sugarmaple«, »hard maple« gehandelte Holz ist wenig fest und schwach. Es ähnelt dem des Zuckerahorns sehr und findet auch die gleiche Verwendung.

Bemerkung: *Acer nigrum* Michx. ist jedenfalls identisch mit *Acer saccharum nigrum* (Michx.) Britton, welch letzterer dem *Acer saccharinum* Wang. entspricht.

7. Stammpflanze: *Acer oblongum* Wall.

Dieser im himalajanischen Gebiete wachsende Ahorn wird in Indien unter den Namen »Mark«, »Pharengala« gehandelt. Das Holz ist hellrötlich braun, dichtfaserig mit schwach hervortretenden Jahresringen. Die Gefäßporen sind klein, gleichförmig verteilt. Markstrahlen fein, deutlich sichtbar, auf radialen Längsschnitten dem Holz ein schön gefleckes Aussehen verleihend. — Das Lufttrockengewicht beträgt nach Gamble: 720 kg je 1 cbm. — Mäßig hartes, zu landwirtschaftlichen Geräten und Trinkbechern viel verarbeitetes Holz.

8. Stammpflanze: *Acer platanoides* L.

Nomenklatur: »Spitzblätteriger Ahorn«, »Spitzahorn«, »Leinbaum«, »Norway maple«.

Heimat: Bis 21 m hoher Baum ganz Europas, nördlich bis zum 62°.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Kernholz meist rötlichweiß, Splint häufig gelblich. Markstrahlen nicht über 0.60 mm hoch und nur bis 5 Zellen breit (Abb. 109). Auf dem Querschnitt und tangentialen Längsflächen mit freiem Auge nicht erkenntlich. Jahresringverlauf leicht wellenförmig.

Beschaffenheit: Ziemlich feinfasrig (gröberfasrig als »Bergahorn«), glänzend, sehr hart, sehr fest, schwer-,

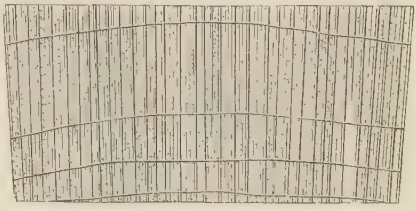


Abb. 110.
Querschnittsansicht des Holzes vom Bergahorn, *Acer pseudoplatanus* L., 3/1. (Nach P. Hartig.)

aber schönspaltig, ziemlich biegsam, elastisch, leicht zu bearbeiten und zu polieren. Das Holz schwindet mäßig, ist im Trocknen ziemlich dauerhaft, den Witterungseinflüssen ausgesetzt jedoch von geringer Dauer. Sehr brennkräftig. Das Spitzahornholz steht an Wert und Güte dem des Bergahorns nach.

Prüfung: Grüngewicht: 900—1020 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,560 bis 0,810 (im Mittel: 0,740).

Verwendung: Wie das Bergahornholz besonders für Drechslerei, musikalische Instrumente, Gewehrstöcke usw.

9. Stammpflanze: *Acer pseudoplatanus* L.

Nomenklatur: »Bergahorn«, »Gemeiner Ahorn«, »Weißer Ahorn«, »Falsche Platane«, »Oehre«, »Sykomore«.

Heimat: Bis 25 m, hie und da selbst bis 32 m hoch werdender Baum hauptsächlich Mittel- und Südeuropas, besonders Deutschlands.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Holz hell, gelblichweiß, mitunter mit vereinzelten schwärzlichen Flecken oder

Streifen. An solchen Stellen zeigen im Mikroskop die Zellen und Gefäße heller oder tiefer gelbgefärbte Wände und ebensolchen oder bräunlich bis schwarzbraunen Inhalt. Markstrahlen bis 8 Zellen breit, bis 1 mm hoch und höher, im Querschnitt und tangentialen Längsschnitt mit bloßem Auge sichtbar (Abb. 110). Durch die Markstrahlen erscheint das Holz atlasglänzend. (Hierdurch unterscheidet es sich vom Lindenholz!)

Beschaffenheit: Holz ziemlich fein aber kurzfaserig, sehr hart, schwer-, aber gradspaltig, ziemlich biegsam und elastisch, fest, schwindet mäßig, reißt und wirft sich leicht, leicht zu bearbeiten und gut zu polieren; im Trocknen sehr dauerhaft, sehr brennkräftig. Das Holz ist gegen Insekten ziemlich widerstandsfähig.

Prüfung: Grüngewicht: 830—1040 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,530 bis 0,790.

Verwendung: Gutes Tischlerholz, besonders für Parkettböden und Furniere. Geschätztes Wagner-, Drechsler- und Schnitzerholz. (Werkzeuggriffe, Billardqueues, Mulden, Gewehrschäfte, Peitschenstiele, kleinere Luxusgegenstände, Schuhmacherstifte, Streichinstrumente, feine Maßstöcke usw.) Als Brennholz und für Holzkohle höherwertig als Buche. Das Holz liefert gute Pottasche. Der Saft des Baumes kann zur Zuckergewinnung benutzt werden.

10. Stammpflanze: *Acer rubrum* L.

Nomenklatur: »red maple«, »swamp maple«, »soft maple«.

Heimat: Bis 31 m hoher Baum Nordamerikas (von Neu-Braunschweig bis Florida, östlich bis Dakota und Nebraska).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: Siehe »Allgemeine Holzcharakteristik usw.«. Kernholz braun, oft rot getönt, Splint heller. Markstrahlen dunkel.

Beschaffenheit: Schwer, hart, fest, dicht, leicht zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,480. Spez. Ofentrockengewicht: 0,540. Spez. Lufttrockengewicht: 0,540. Grüngewicht: 815,5 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 591,6 kg je 1 cbm. Brennwert: 83 % der Weißeiche, Bruchfestigkeit: 91 % und Elastizitätsmodulus 98% der Weißeiche.

Verwendung: In der Möbeltischlerei und Stuhlfabrikation viel verarbeitetes Holz. Es wird ferner verwandt für: Bälle, Tröge, Kisten, Boots- und Wagenbau, auch beim Innenausbau von Personenwagen usw. Die chemischen Fabriken gewinnen aus dem Holze Kohle, Essigsäure usw.

Bemerkung: In den meisten Fällen geht »red maple«-Nutzholz im Handel für »sugar maple« (siehe 13). Der Name »red maple« bezieht sich nicht auf die Holzfarbe usw., sondern auf Blüten, Zweige und frühzeitig rot werdende Herbstblätter.

11. Stammpflanze: *Acer saccharinum* L.

Nomenklatur: »Weißer Ahorn«, »silver maple«, »white maple«.

Heimat: 18—30 m hoch werdender Baum der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: S. »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Kernholz im allgemeinen dunkelbraun, zuweilen umbrafarbig. Splintholz fast weiß und sehr dick. (Der Baum entwickelt selten vor 50—60 Jahren Kernholz.) Der Luft ausgesetzt, wechselt das Holz seine Farbe und kann eine bläuliche Tönung annehmen.

Beschaffenheit: Mäßig hart (jedoch nicht so hart wie das Holz von *Acer saccharum* Marsh.), fest, dichtfaserig, leicht bearbeitbar, aber ziemlich brüchig.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,440. Spez. Ofentrockengewicht: 0,510. Spez. Lufttrockengewicht: 0,480. Grüngewicht: 735,5 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 511,6 kg je 1 cbm. Asche: 0,33 %. Brennwert: 92% dessen der Weißeiche.

Verwendung: Viel verarbeitetes Tischler- und Möbelholz, gutes Grundmaterial für Furniere, auch zu Trennungswänden, Schubfächern, Kücheneinrichtungen, Innenausbauten, Parkettböden usw. Hochwertiges Handgriffholz, besonders für Axtstiele. Das Holz dient viel zur Imitation von Mahagoni und Weißeiche.

Bemerkung: Das Holz wird im Handel auch mit »soft maple« und »bog maple« bezeichnet. Eine besondere Varietät von Ahornholz mit welligem maserigen Wuchse ohne »Vogelaugenmaser-

zeichnung« wird »Papasco wood« genannt (93). — Der Baum wurde hie und da zur Zuckergewinnung benutzt, liefert jedoch nur die Hälfte von dem des Zuckerahorns. Der Zucker selbst ist weiß und hat mildes Aroma.

12. Stammpflanze: *Acer saccharum* Marsh.

Botanisches Synonym: *Acer saccharinum* Wangenheim (nicht Linné).

Nomenklatur: »Zuckerahorn«, »sugar maple«, »hard maple«.

Heimat: 24—36 m hoch werdender Baum Nordamerikas (vom südlichen Neufundland bis zum Lake of Woods und Minnesota, Florida, Nebraska, Kansas, Texas).

Holzcharakteristik und anatomische Holzcharakteristik: S. »Allgemeine Holzcharakteristik usw.« Holz weißlich bis rötlich nuanciert und schön glänzend. Splintholz 25—50, seltener sogar bis 60 Jahresringe breit. Jahresringe 21 je 2,5 cm. Markstrahlen zahlreich, klein und undeutlich. Das Holz neigt stark zur Maserbildung. (Siehe auch Bemerkungen.)

Beschaffenheit: Sehr hart, stark, fest, ziemlich fein- aber kurzfaserig, schwerspaltig, ziemlich biegsam, schwach elastisch, gut und glatt zu bearbeiten, schwindet mäßig, der Witterung ausgesetzt von geringer Dauer, sehr brennkräftig. Das Holz ist vielleicht ein wenig härter als das der anderen Ahornarten. Es muß trocken gelagert und absolut trocken verarbeitet werden, da es sich sonst wirft.

Prüfung: Spez. Grüngewicht: 0,560. Spez. Ofentrockengewicht: 0,660. Spez. Lufttrockengewicht: 0,620. Grüngewicht: 896,4 kg je 1 cbm. Lufttrockengewicht: 687,5 kg je 1 cbm.

Verwendung: Früher als Kohlen- und Brennholz, später zur Gewinnung des Schießpulvers und der Pottasche herangezogen und zur Herstellung von schön gezeichneten Geigen und Spinnrädern usw. Gegenwärtig ist das Zuckerahornholz sehr gesucht in der Möbeltischlerei, Wagnerei, Schreinerei, Pianofortefabrikation usw. Es liefert Küchenmaterial usw., im Schiffsbau Kniestücke, Kiele, in der Landwirtschaft Maschinen usw. Sehr geschätztes Furnier- und Einlegematerial. Starke Benutzung auch als Dielenbodenholz (Rollschuhbahnen usw.) Ahornböden sollen längere Dauer haben als Marmorböden. Das Holz soll das wertvollste Schuhleistenmaterial liefern. — Es ist neben Buche und Birke eins der Hauptholzer für Installationszwecke und wird überall da gebraucht, wo hartes, festes Holz benötigt wird, wie Fleischerblöcke, Schneidebretter usw.

Bemerkungen: 1. »Vogelaugenmasern-Ahorn«. Die Maserbildung, welche das sehr geschätzte und hoch bewertete »Vogelaugenmuster«, wie überhaupt die wellige Maser als solche, hervorruft, entsteht durch Knospenstämme, die jahrzehntelang unentwickelt bleiben, aber durch das Wachstum des Knospenstammes in der Kambialschicht um den gleichen Betrag wie die Jahresringbreite ausmacht, an der Stammoberfläche sich erhalten und gelegentlich bei Verwundungen, Krankheiten, Abschneiden des Hauptstammes zur Entwicklung kommen (Abb. 105). Es sind also »ruhende Knospen«, welche die Rinde nicht durchbrechen und das sich nachbildende Holz in seinem Wachstum stören, d. h. zu den phantastischen Wuchsformen die Veranlassung geben.

Abb. 111.
»Vogelaugenmaser« des Zuckerahorns *Acer saccharum* Marsh., nach photographischer Aufnahme aus einem polierten Furnierblatt in 4/5 nat. Größe.

2. Zuckerlieferant (501). Ein Baum kann in einer Saison 2—40 Pfund Zucker liefern, je nach der Menge des vorhandenen Saftes und dem Konzentrationsgrade des Zuckersaftes. Sehr reichlich und von besonders angenehmem Geschmack ist der Zuckersaft vor Aufbruch der Knospen. Gewöhnlich zapft man nur über 30 Jahre alte Bäume an. Im Jahre 1900 wurden in den Vereinigten Staaten 11,9 Millionen Pfund Zucker und 9 Millionen Liter Sirup aus dem Zuckerahorn gewonnen.

137. Holz der Roßkastanie.

Stammpflanze und Familie: *Aesculus hippocastanum* L. — Hippocastanaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Roßkastanie«, »Kastanienholz«. (Nicht zu verwechseln mit dem Holz der »Edelkastanie«!)

Heimat: Bis 28 m hoch werdender Baum Asiens. In den Hochgebirgen von Nord- und Westgriechenland wild. Im übrigen Europa und in den Vereinigten Staaten angebaut.

Holzcharakteristik (5, 102): Holz zerstreutporig, Splint hell, Kern nicht gefärbt. Auf dem Hirnflächenschnitt sind Gefäße und Markstrahlen unkenntlich, dagegen heben sich die Jahresringe scharf begrenzt hervor. Längsschnitt fein nadelrissig, auf der Radialfläche glänzend. Im Lupenbild erscheinen auf Hirnflächenschnitten die Gefäße teils einzeln, teils zu mehreren in Radialreihen. Die Weite der Gefäße entspricht ungefähr der Breite der Markstrahlen. Letztere zahlreich und fein, bleiben auf der Tangentialfläche selbst unter der Lupe unsichtbar, verraten sich hier nur zuweilen durch eine wellige oder zickzackförmige Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 102): Gefäße teils einzeln, teils zu 2—7 in Radialreihen, 0,03 bis 0,06 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden, rundlichen oder sich gegenseitig abflachenden, bis 5 μ breiten, quer- oder schrägporigen Hoftüpfeln und mit Schraubenleistchen. Alle Markstrahlen einschichtig, 3 bis gegen 30 Zellen (0,06—0,54 mm) hoch. Markstrahlzellen 10—19 μ hoch, die kantenständigen auch bis 27 μ hoch, 5—11 μ breit, derbwandig. Gegen benachbarte Gefäße zeigen entweder alle Markstrahlzellen oder doch die kantenständigen verhältnismäßig große, dicht gestellte Tüpfel. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, durchschnittlich mäßig dickwandig, in ziemlich regelmäßigen Radialreihen, mit kleinen, spärlichen Tüpfeln. Holzparenchym wahrscheinlich nur in den Spätholzgrenzen.

Beschaffenheit: Ziemlich feinfaserig, weich und leicht, sehr gleichmäßige Struktur, läßt sich leicht spalten und gut polieren, ziemlich biegsam, sehr schwach elastisch, schwindet nur mäßig, wirft sich wenig, besitzt geringe Dauer und Brennkraft. Das Holz riecht in grünem Zustande nach geriebenen Kartoffeln.

Prüfung: Grüngewicht: 760—1040 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0.530.

Verwendung: Besonders zu Schnitzarbeiten, auch in der Tischlerei verwandt als Blindholz. Ferner im Wagenbau, zu Schubkarren usw. und in der Drechslerei verarbeitet. Im allgemeinen ein geringwertiges Nutzholz von weiden- oder pappelähnlichem Charakter. Es ist ein beliebtes Kistenholz. Die Holzkohle dient zur Schießpulverbereitung.

138. Holz des Kreuzdorns.

Stammpflanze und Familie: *Rhamnus carthartica* L. — Rhamnaceae.

Nomenklatur: »Gemeiner Kreuzdorn«, »dogwood«, »bois de nerprun«.

Heimat: Strauch oder kleiner Baum der nördlichen gemäßigten Zone der alten Welt (Europa, West- und Nordasien) und Nordafrikas.

Holzcharakteristik (5, 103): Splintholz schmal, gelblich oder hellgrau. Kern gelbrötlich bis rot. Auf dem Hirnflächenschnitt sind die Gefäße und Markstrahlen unkenntlich, durch die Anordnung der Gefäße auf dunklerem Grunde erscheint das Holz jedoch hell und zierlich geflammt (Abb. 112), oft auch mit konzentrischen, das Frühholz der Jahresringe bezeichnenden hellen Zonen. Holzlängsschnitt fein nadelrissig, atlasglänzend. Der tangentiale Längsschnitt durch hellere Längsstreifung auf dunklerem Grund schön gefladert, der radiale Längsschnitt durch die Markstrahlen auch fein querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 103): Gefäße 0,025 bis 0,07 mm weit, sehr zahlreich, sehr ungleich verteilt, meist zu vielen in verschieden großen und geformten Gruppen vereinigt. Die Gefäßgruppen verlaufen oft in schräger Richtung, durchziehen den Jahresring und nehmen nach außen an Breite ab. Hierdurch rufen sie die »geflammte« Zeichnung der Querschnittsfläche hervor. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit schrägporigen Hoftüpfeln und Schraubenleistchen besetzt. Diesen Hoftüpfelpaaren benachbarte Gefäße zeigen auffällig dicke Scheibchen ihrer Schließhäute. Markstrahlen meist zweischichtig, 0,09—0,46 mm hoch, manche kleine auch einschichtig. Markstrahlzellen 5—11 μ hoch, die kantenständigen Zellen auch 24—30 μ hoch und 5—8 μ breit, dickwandig, meist reichlich getüpfelt. Holzfasern bilden die Grundmasse, dickwandig, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, zuweilen mit Gallertschicht. Holzparenchym an den Gefäßen und in der Spätholzgrenze.

Beschaffenheit: Hart, ziemlich schwer, etwas schwerspaltig, grobfaserig, sehr dauerhaft, gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,620—0,800.

Inhaltsstoffe: Im Kernholz reichlich Gerbstoff. Die Wände aller Kernholzzellen rötlich, sich mit Eisenchlorid schwärzend. In den Gefäßen hie und da rötliche bis bräunliche Pfropfen, welche in Alkohol unlöslich sind. Markstrahlen- und Holzparenchymzellen meist ohne Inhalt.

Verwendung: In der Drechslerei und Möbelschreinerei, besonders zu Galanteriewaren, Pfeifenrohren usw. Schöngemaserte Stücke werden auch »Haarholz« genannt.

139. Holz des Faulbaums.

Stammpflanze und Familie: *Rhamnus frangula* L. — Rhamnaceae.

Botan. Synonyme: *Frangula alnus* Miller, *Frangula vulgaris* Reich.

Nomenklatur: »Pulverholz«, »Gemeiner Faulbaum«, »bourdaine«, »Dogwood«, »black dogwood«.

Heimat: Hoher Strauch oder bis 3 m hoher Baum der Laubwälder Europas, Zentralasiens und Nordafrikas, vom Orient bis Sibirien.

Holzcharakteristik (5, 104): Splint schmal, meist gelblich, Kern schön hellrot, auf dem Hirnflächenschnitt sind die Gefäße und Markstrahlen meist unkenntlich. Im Lupenbild erscheinen die Gefäße im Frühholz der Jahresringe oft auffällig zahlreicher. Holzlängsschnitt fein nadelrissig, mit mehr oder weniger lebhaftem Atlasglanz. Die Radialfläche erscheint querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 104): Gefäße teils einzeln, teils zu 2—4, seltener bis 9 in Radialreihen. Menge und Verteilung der Gefäße

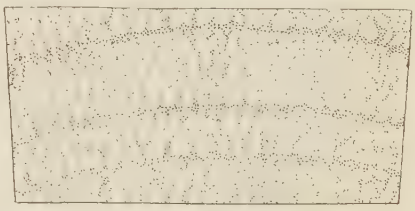


Abb. 112.
Querschnittsansicht des »geflammten« Holzes vom Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), 3/1.
(Nach R. Hartig.)

können sehr wechseln. Zuweilen sind diese im Frühholz so weit, daß der Jahresring fast »ringporig« erscheint, häufig aber auch im Beginn der letzteren kaum weiter und zahlreicher als in seinem übrigen Teil. Gefäße 0,038—0,10 mm diam., Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit Schraubenleistchen und mit großen, 8 μ breiten, einander meist sechsseitig abflachenden Hoftüpfeln besetzt. Markstrahlen im mittleren Teil oder in ihrer oberen und unteren Hälfte meist 2—3 schichtig, bis 30 Zellen (0,06 bis 0,40 mm) hoch. Markstrahlzellen dickwandig, 3—14 μ, an den Kanten auch 20—38 μ hoch, dann im Radialschnitt kürzer als die übrigen und 1,5—11 μ breit. Holzfasern bilden die Grundmasse, ziemlich weitlumig, mäßig dickwandig, im Frühholz wie im äußeren Spätholz in regelmäßigen Radialreihen. Holzparenchym neben den Gefäßen. Holzparenchymzellen ziemlich kurz, 12—32 μ lang, 8—21 μ breit, zu den Gefäßen zu ansehnlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Weich, ziemlich leicht, leichtspaltig, grobfaserig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,57—0,61.

Inhaltsstoffe: In manchen Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen des Splintes goldgelber, in Alkohol unlöslicher, mit Ätzkali sich rotfärbender Inhalt. Diese Rotfärbung ist durch den in den Parenchymzellen des Holzes vorhandenen glukosidischen Farbstoff »Frangulin« veranlaßt (4,2). Wände aller Elemente und der Inhalt mancher Markstrahlzellen des Kernholzes rötlich; erstere schwärzen sich mit Eisenchlorid, letzterer wird von Alkohol wenig angegriffen. Das Kernholz ist gerbstoffreich.

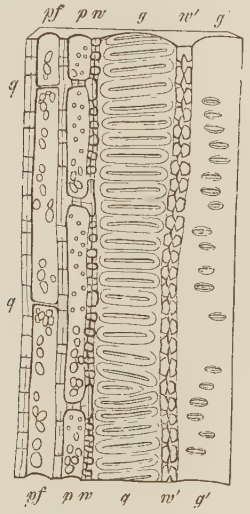


Abb. 113.
Tangentialschnittansicht aus dem Holze der Weinrebe, *Vitis vinifera* L., 300/1. *g g* Gefäß, auf der Rückwand mit schmal-querovalen Hoftüpfeln, die Seitenwände *w w* (einfach getüpfelt) und *w' w'* (behöft getüpfelt) mit den entsprechend getüpfelten Nachbarelementen *p p* (Holzparenchym) und *g' g'* (Gefäß) gemeinsam. Auf der Rückwand von *g' g'* kurze querovale Hoftüpfel. *pf* Stück einer gefächerten Parenchymfaser (vgl. Fig. 84 *D*); bei *q* dünne Querwände, von den erheblich dickeren in *p p* deutlich unterschieden. Die dünnen Querstriche in den Wänden von *p* und *pf* bedeuten enge Tüpfelkanäle; in diesen Elementen auch Stärkekörnchen, in *p* neben runden einfachen Tüpfeln in den Rückwänden der Teilzellen. (Nach Wilhelm.)

Verwendung: Zur Herstellung kleiner Tischler- und Drechslerwaren. Das Holz liefert die beste Kohle für die Schießpulverbereitung.

140. Holz der Weinrebe.

Stammpflanze und Familie: *Vitis vinifera* L. — Vitaceae.

Nomenklatur: »Weinstockholz«.

Heimat: Strauch der wärmeren Gegenden. Seine ursprüngliche Heimat war wohl Transkaukasien. Jetzt in Mittel- und Südeuropa wie im Orient verbreitet. In fast allen gemäßigten und subtropischen Gebieten angebaut.

Holzcharakteristik (5, 105): Splint ziemlich breit, rötlichweiß. Kern braun. Jahresringe ziemlich deutlich. Frühholzgefäße weit; die Ringporen in schmalen Jahresringen einreihig, in breiteren mehrreihig und dann oft den größten Teil des Jahresringes einnehmend, so daß das Holz siebartig durchlöchert erscheint. Auf dem Hirnflächenschnitt bilden erheblich engere Gefäße zwischen den Porenzonen helle, oft sehr kurze Radialstreifchen, welche erst unter der Lupe deutlich sichtbar sind. Markstrahlen breit, sehr auffällig, einander so genähert, daß die weiten Ringporen meist nur einzeln zwischen ihnen liegen. Holzlängsschnitt sehr deutlich nadelrissig, die weiten Gefäße erscheinen im auffallenden Licht oft glänzend. Unter der Lupe ist das Holz fein längsstreifig. Die Markstrahlen bilden auf dem radialen Längsschnitt hohe und breite, gleichmäßig dichte Querstreifen, auf dem tangentialen Längsschnitt ebensolche dunkle, doch schmälere Längsstreifen, welche mit feinen, oft silbrig schimmernden Markstrahlen abwechseln.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 105): Große Gefäße 0,18 bis 0,35 mm weit, meist die Jahresringe beginnend, zuweilen aber auch im mittleren Teile dieser auftretend; im letzteren Fall beginnt der Jahresring mit engen Gefäßen. Die engen Gefäße nur 0,02 bis 0,05 mm weit, in geschlossenen Gruppen und in diesen ein- oder mehrfach radial gereiht. Diese Gruppen enden im Jahresring mit stark abgeplatteten Tracheiden, welche die Jahresringgrenzen bezeichnen, behöft getüpfelt sind und Schraubenleistchen besitzen. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen (Abb. 10 *B*) und mit schmalen, querovalen Hoftüpfeln besetzt, die bei den engen Gefäßen über die ganze Breite der Tangentialwände reichen (Abb. 113). Engste Spätholzgefäße ebenso wie die Tracheiden schraubig gestreift. Holzfasern bilden die Grundmasse. Gleichmäßig dickwandig, z. T. gefächert (Abb. 16 *D*). Holz-

parenchym nur neben den Gefäßen. Alle Markstrahlen mehrschichtig, im Tangentialschnitt bis 0,20 mm breit, hie und da durch schmale Faserzüge unterbrochene Längsstreifen bildend. Markstrahlzellen rundlich, derbwandig 0,014 bis 0,020 mm weit, im radialen Längsschnitt teils liegend, teils aufrecht rechteckig und in meist mächtigen Querschichten.

Beschaffenheit: Ziemlich leicht, aber hart und zäh, elastisch, schlecht spaltend.

Inhaltsstoffe: Wände der Zellen und Gefäße des Kernholzes gebräunt. In den Holzparenchymzellen brauner Inhalt, welcher durch Eisenchlorid geschwärzt wird. Dieser Inhalt tritt auch in Splintholzzellen auf. Manche Gefäße des Kernholzes zeigen im auffallenden Licht weiße Massen kleiner, meist stabförmiger, in Alkohol löslicher Kriställchen. In einigen Gefäßen befindet sich auch eine in Wasser stark aufquellende Substanz.

Verwendung: Das Holz wird kaum technisch verwendet, als höchstens für Spazierstöcke.

141. Lindenbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Tilia parvifolia.* — Tiliaceae.

Botan. Synonyme: *Tilia cordata* Mill. »*Tilia ulmifolia* Scopol.«.

Das Lindenholz stammt auch häufig von der »Großblättrigen oder Sommer-Linde« *Tilia grandifolia* Ehrh.

Nomenklatur: Für *Tilia parvifolia:* »Kleinblättrige Linde«, »Steinlinde«, »Winterlinde«. Für *Tilia grandifolia* Ehrh. »Großblättrige Linde«, »Sommerlinde«, »Frühlinde«.

Heimat: 20—25 m hoch werdender Baum Europas. *Tilia grandifolia* wächst vornehmlich in Südeuropa von Nordspanien bis nach Südrußland. In Deutschland und in den südlichen Gegenden heimisch; *Tilia parvifolia,* besonders in östlichen und nördlichen Gegenden Europas, in Deutschland und europäisch Rußland in ausgedehnten, reinen Beständen.

Holzcharakteristik (5, 106): Die Holzcharakteristik ist bei beiden Arten die gleiche. Holz durchaus hell. Splintfarbe lichter oder tiefer, oft mit leicht bräunlichem oder etwas rötlichem oder gelblichem Ton. Kern nicht dunkler. Holz zerstreutporig, im Hirnflächenschnitt mit unkenntlichen Gefäßen und kaum kenntlichen Markstrahlen. Jahresringgrenzen meist wenig auffällig. Markstrahlen zahlreich, sehr fein und an den Jahresringgrenzen um mehrere Gefäßweiten voneinander entfernt. Holzlängsschnitt fein nadelrissig, glänzend, auf der Radialfläche querstreifig. Im Tangentialschnitt erscheinen die Markstrahlen erst unter der Lupe als feine, bis 2 mm lange Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 106): Gefäße zahlreich, 0,025—0,09 mm weit, teils einzeln, teils zu zwei oder mehreren in Gruppen, letztere im äußeren Spätholz oft radial gestrichelt. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände zu den Gefäßen und Tracheiden mit meist sechsseitigen, etwa 5 μ breiten, quer- bis schrägporigen Hoftüpfeln besetzt, außerdem mit derben, fast 3 μ dicken Schraubenleistchen; letztere haben einen Durchschnittszwischenraum von ungefähr 11 μ und steigen bald flacher bald steiler auf. (Vergl. Abb. 14 *B.*) Markstrahlen meist 2—4, auch bis 5 Zellen (0,05 mm) breit, und 0,32 bis 1—2 und mehr mm hoch. Einzelne kleine Markstrahlen einschichtig. Markstrahlzellen 8—24 μ, im Mittel etwa 14 μ hoch, 3—8 μ breit, die kantenständigen oft kürzer als die andern. Holzfasern bilden die Grundmasse, spärlich getüpfelt. Im Querschnitt von sehr ungleicher Form und Größe. In ihren Mittelteilen weitlumig, bis 27 μ breit, mäßig dickwandig, oft regellos gelagert. Holzparenchym reichlich in einfachen, meist schrägen Querzonen, mit dünnwandigen, in der Regel 0.06—0,11 mm langen und bis 24 μ breiten Zellen. Letztere sind in Radialrichtung meist stark abgeplattet und dann im Querschnitt oft fast dreieckig, nur 3—1 μ weit. In den meist schmalen, aber deutlichen Spätholzgrenzen gefäßähnliche Tracheiden mit Hoftüpfeln und Schraubenleistchen. (Vergl. Abb. 14 *A.*)

Beschaffenheit: Für *Tilia grandifolia:* ziemlich grob, schwach, sehr leicht, gleichmäßig dicht, sehr weich, leicht spaltbar, wenig biegsam, ziemlich elastisch, schwindet mäßig, besitzt geringe Dauer und Brennkraft. Für *Tilia parvifolia:* etwas dichter, schwerer, biegsam, fester

und brennkräftiger, schwindet stark. Im allgemeinen besitzt das Holz gleichmäßiges Gefüge, ist leicht, doch nicht glatt spaltbar, leicht bearbeitungsfähig und gut schneidbar. Im Freien geschützt ziemlich dauerhaft, unter Wasser unhaltbar.

Prüfung: Für *Tilia grandifolia:* Grüngewicht: 610—870 kg je 1 cbm. Spez. Lufttrockengewicht: 0,320—0,590.

Für *Tilia parvifolia:* Spez. Grüngewicht: 0,580—0,780. Spez. Lufttrockengewicht: 0,320—0,600.

Verwendung: Hervorragender Rohstoff für Bildschnitzerei. Vielfach auch zu gröberen Schnitzwaren benutzt. Vorzügliches Tischlerblindholz, beliebtes Wagnerholz; auch zu Innenausstattungen verarbeitet. Besonders an Stelle von Ahornholz für Tischplatten, Küchenmöbel und Einlegearbeiten; geeignetes Kistenholz, Instrumentenmacher- und Orgelbauerholz. Das Holz liefert sehr weißen Holzstoff, vorzügliche Holzwolle und Zeichenkohle. Lindenkohle findet Verwendung zur Herstellung von Schießpulver.

Bemerkungen: 1. Über die Gattung *Tilia* in Japan, siehe (520).

2. Über die Vergrünung des frischen Lindenholzes, siehe (440, 441).

3. Über die Nutzbarmachung von *Tilia americana:* »Amerikanische Schwarzlinde«, »Basswood«, siehe (431).

142. Bumáholz.

Stammpflanze und Familie: *Ceiba pentandra* (L.) Gärtn. — Bombacaceae.

Botan. Synonym: *Eriodendron anfractuosum* P. D. C.

Nomenklatur (164): »Bumé«, »Djom«, »Baumwollbaum«, »cotton tree«, »blindwood«, »Kapok«, »Ceiba«.

Heimat: In den Tropen beider Hemisphären verbreitet.

Holzcharakteristik (5, 107; 10, 17): Holz hellfarbig, stellenweise leicht rötlich, auf dem Hirnflächenschnitt mit sehr deutlichen Gefäßen und Markstrahlen. Gefäße ziemlich gleichmäßig zerstreut, in einzelnen anscheinend regellos auftretenden Querzonen etwas spärlicher. Breite Zuwachszonen mehr oder minder auffällig, welche auf glattgeschnittener Fläche durch feine, meist erst mit der Lupe erkennbare helle Querlinien begrenzt werden; letztere scheinen aber nicht immer Grenzzonen zu bedeuten. Holzlängsschnitt grob und nadelrissig, Gefäßrillen schwach rötlich. Im Lupenbild erscheinen die Gefäße deutlich gegliedert und zwischen ihnen eine sehr zarte dichte Querstreifung, welche durch die gleichmäßige Ausbildung des Holzparenchyms veranlaßt ist. Auf dem radialen Längsschnitt treten die Markstrahlen als zahlreiche, glänzende, rötliche Querstreifen hervor, auf dem tangentialen Längsschnitt als feine, zahlreiche, unter der Lupe bis 2 mm lange, spindelförmige Längsstreifchen. Hierdurch erscheinen Längsflächen, die zwischen jenen Schnittrichtungen verlaufen, mahagoniholzähnlich »gekörnelt«.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 107; 22, 10): Gefäße im Mittel etwa 1—2 auf 1 qmm, meist einzeln, 0,14—0,46 mm weit, seltener zu 2—3 in Radialreihen. Längswände der Gefäße von rundlichen oder rundlich-eckigen, 0,008 bis 0,016 mm breiten Hoftüpfeln mit elliptischer bis spaltenförmiger Querpore dicht bedeckt; gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen meist mit größeren elliptischen, schmäler behöften, weitporigen, bis 0,020 mm langen Tüpfeln versehen, denen gleichgeformte in den Wänden jener Zellen entsprechen. Die Grundmasse wird teils aus sehr dünnwandigem, weitlichtigem Holzparenchym gebildet, dessen Zellen rundlich bis sechsseitig sind, teils aus Holsfasern, die einzeln oder in Gruppen im Holzparenchym liegen und enger, dickwandiger, unter sich nach Form und Größe des Querschnittes verschieden sind. Die Verteilung der beiderlei Zellen wird besonders deutlich nach Färbung der Wände mit Chlorzinkjod oder Phlorogluzin und Salzsäure. Außerdem erscheinen dünnwandige Holzparenchymzellen mit verkürztem radialem Durchmesser in zwei- bis vier-, stellenweise auch mehrreihigen Querzonen als Grenzen von Zuwachsschichten. Markstrahlen im Tangentialschnitt von ungleicher Größe, 0,35—1,75 mm hoch und 2—7 Zellen breit, einzelne kleine auch einschichtig. Markstrahlzellen sehr ungleich, im Innern der mehrschichtigen Markstrahlen klein, rundlich oder rundlich-eckig, 0,02—0,04 mm hoch und 0,008—0,024 mm weit. Rand- und Kantenzellen viel größer, bis 0,08,

auch mehrere Millimeter hoch, 0,04, auch mehrere Millimeter breit. Diese Ungleichzelligkeit der Markstrahlen läßt die letzteren im Tangentialschnitt nicht immer mit gewünschter Schärfe aus ihrer Umgebung hervortreten. Auch hier leistet namentlich die Phlorogluzin-Salzsäure-Reaktion gute Dienste. Die Wände der kleinen Markstrahlzellen färben sich hierbei mehr gelbrot, alle übrigen in dem bekannten kirschroten bis rotvioletten Tone. Die Reihen des meist vierzelligen Holzparenchyms erscheinen im Tangentialschnitt sehr gleichmäßig, die einzelnen Zellen 0,08—0,12 mm hoch und 0,04—0,06 mm breit. Der Radialschnitt zeigt die inneren Markstrahlzellen liegend, mehrmals länger als hoch, die andern kurz bis aufrecht und in der Grundmasse einen regelmäßigen Wechsel weitlumigen, dünnwandigen, auf den Radialwänden seiner Zellen queroval getüpfelten Holzparenchyms und engerer, derbwandiger Sklerenchymfasern mit aufrechtgestellten eiförmigen bis spaltenförmigen Tüpfeln.

Beschaffenheit: Sehr weich und leicht (siehe Korkhölzer Nr. 182), leicht schneid- und spaltbar, gut zu bearbeiten, bindet und leimt gut.

Inhaltsstoffe: In vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms Ausscheidungen eines gelbbraunen bis tief rotbraunen, in Alkohol unlöslichen, mit Eisenchlorid sich schwärzenden Kernstoffes, der in vereinzelten großen, meist runden Ballen oder zahlreichen kleinen Kügelchen vorkommt. Dort auch anzutreffende Stärkekörner sind rundlich bis elliptisch, gewöhnlich 0,012—0,024 mm breit oder lang, ungeschichtet, meist ohne inneren Hohlraum. Nach Moll und Janssonius (22, 10) sollen Einzelkristalle oder Kristalldrusen in manchen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms vorkommen.

Verwendung: Zur Herstellung einfacher, billiger Möbel. Als Blindholz recht guter Ersatz für Pappel-, und Kiefernholz, auch für Schälfurniere und zur Papiererzeugung zu verwenden.

143. Balsaholz.

Stammpflanze und Familie: *Ochroma lagopus* Sw. — Bombacaceae.

Botan. Synonym: *Bombax pyramidale* Cav.

Nomenklatur: »Westindisches Korkholz«, »balsa wood«, »cork wood«.

Heimat: 15 bis selten 25 m hoher Baum des nördlichen Teiles des tropischen Südamerika (Antillen, Zentralamerika, Kokosinseln usw.).

Holzcharakteristik: Der frische Hirnflächenschnitt ist weißlich mit lichtem rotbräunlichem Anflug. Beim Lagern wird der Holzton noch heller. Gefäßporen weit, gleichmäßig verteilt, einzeln oder zu 2—3 zusammenliegend. Markstrahlen treten als helle, schwachwellige Linien von dem dunkleren Grunde deutlich hervor. Jahresringe sind nicht sichtbar. Das Holz besteht, da fast gar keine Verholzung der Gewebe vorkommt, aus fast reiner Zellulose.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße gleichmäßig verteilt, 0,13—0,30 mm weit. Gefäßwände zu anderen Gefäßen hin dicht mit rundporigen Hoftüpfeln besetzt. Die Grundmasse des Holzes wird von dünnwandigem, weitzelligem Holzparenchym gebildet, dessen Zellen aufrecht und inhaltslos sind und meist in etwa 0,4 mm hohen Reihen verlaufen, die gewöhnlich 3—4 Zellen umfassen. Die Radialwände der Zellen sind spärlich getüpfelt. Zwischen den Holzparenchymreihen sind hie und da einzelne oder 2—3 Holzfasern eingeschoben. Markstrahlen 0,20—3,00 mm hoch und auch höher, bis 0,12 mm breit. In den Markstrahlzellen sowie in den, den Gefäßen anliegenden Holzparenchymzellen häufig Stärkekörner und Kristalle. Die Festigkeit des Holzes wird lediglich bedingt durch die großen, tonnenförmigen Holzparenchymzellen, die trotz ihrer Dünnwandigkeit doch ziemlich fest zusammenstehen.

Beschaffenheit: Sehr leicht und weich, doch verhältnismäßig fest. Die Festigkeit ist fast halb so groß wie die des Fichtenholzes.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 116,7 Kilogramm je 1 cbm. (Korkholz wiegt dagegen 219 kg je 1 cbm.)

Verwendung: Früher ein wertloses, in neuerer Zeit eines der wertvollsten Naturerzeugnisse. Nach entsprechender Behandlung wertvollstes Material für Ret-

tungsringe, Flaschenkorke, Wärme- und Kälteschutzmittel, Flugzeugbau, Wasserflugzeugpontons, Verpackungsschutz empfindlicher Möbel usw. Siehe auch (506, 507).

Geschichtliches: Kapitän Lundin erkannte zuerst den Wert des Holzes. Bei Verbesserungen des maritimen Rettungswesens erinnerte er sich an ein sehr leichtes Holz, welches die Eingeborenen zum Floßbau verarbeiteten. Die technische Verwendung des Holzes scheiterte so lange, bis es gelang, ein Imprägnierungsverfahren zu finden, mit Hilfe dessen Zellen und Gefäße mit einer äußerst dünnen Haut zu überziehen waren. Man stellte dann große Rettungsringe her, die 14—60 Personen tragen konnten, und nach dem Untergang der Titanic Rettungsboote aus Balsaholz. Während des Krieges bestand die 250 Meilen lange Minenbarriere der Nordsee aus 70 000 von Balsaholz gefertigten Minenbojen. In neuester Zeit wird besonders in Kostarika *Ochroma lagopus* mit großem Erfolg plantagenmäßig angebaut.

144. Bóngele-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Sterculia oblonga* Mart. — Sterculiaceae.

Botanisches Synonym: *Eriobroma Klaineana* Pierre.

Nomenklatur: »Ekonge«, »yellow wood«.

Heimat: 25—30 m hoher Baum des tropischen Afrika (Kamerun, Gabun, Elfenbeinküste).

Holzcharakteristik (5, 108): Holz von heller Färbung, gelblichgrau mit undeutlichen Zuwachszonen. Hirnflächenschnitt mit kenntlichen oder erst unter der Lupe wahrnehmbaren Gefäßen, aber mit sehr deutlichen Markstrahlen und gleich auffälligen, zahlreichen, einander sehr genäherten Querlinien, beide hell auf dunklerem Grunde, von ungleicher Breite und in ihrem einander kreuzenden Verlauf den Eindruck eines grobmaschigen Fadengewebes hervorrufend. Das in ungleichen Abständen sich wiederholende Auftreten breiterer heller Querstreifen erinnert an die Abgrenzung von Zuwachszonen. Im Längsschnitt ungleichmäßig nadelrissig, abwechselnd gelb und weißlich gestreift, im Tangentialschnitt mitunter auch mit gleichem Farbenwechsel querzackig gefladert. Die Markstrahlen bilden auf dem radialen Längsschnitt breite Querstreifen, erscheinen auf dem tangentialen bei Lupenbetrachtung als zahlreiche, bis 1 mm lange, spindelförmige Längsstreifchen. (Abb. 114).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 108): Gefäße anscheinend regellos aber gleichmäßig zerstreut, einzeln oder zu 2—3, auch bis zu 10 in Radialreihen, nicht selten von kreisrundem Querschnitt, auch mit größerem tangentialem Durchmesser, 0,14—0,23 mm weit. Tüpfel der Gefäßwände klein, mit rundlichen, oft wenig deutlichen, nur 0,006 mm breiten Höfen und kurzen, schmal elliptischen, stellenweise fast punktförmigen, in enge lange Wandschlitze mündenden Poren, gegen Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Mächtige Querzonen dünnwandigen Holzparenchyms, zu fünf bis sieben auf 2 mm radialer Länge, je 4- bis 10- und selbst 20-schichtig, wechseln mit oft schmäleren Querzonen sehr dickwandiger Sklerenchymfasern ab. Letztere erscheinen im Querschnitt rundlich oder rundlich-eckig, weißlich glänzend, mit meist nur punktförmigem Lumen, ziemlich regellos gelagert. Sklerenchymfasern klein und eng getüpfelt, was am deutlichsten auf Querschnitten oder -schliffen wahrnehmbar ist. Holzparenchymzellen im Querschnitt mit meist verkürztem radialem Durchmesser, seltener dieser dem tangentialen gleich oder größer. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist groß, vielschichtig, etwa 0,45 bis 0,90 mm hoch, 0,09—0,27 mm breit; vereinzelt auch kleine, ein- bis zweischichtige, nur 4—9 Zellen hohe, sowie Zwischenformen solcher zu den großen. Zellen der großen Markstrahlen auf der Tangentialfläche meist rundlich, nur 0,008—0,016 mm weit, viele mit derben, konzentrisch geschichteten Wänden; die rand- und endständigen Zellen gewöhnlich größer, 0,020 bis 0,040 mm weit, dünnerwandig, oft benachbarten Holzparenchymzellen ähnlich, im Radialschnitt zum Unterschied von den ersterwähnten »liegenden« oft kurz, quadratisch oder aufrecht; alle reichlich, zum Teil ansehnlich getüpfelt, in manchen, besonders solchen kleiner Markstrahlen, Kristalldrusen. Holzparenchym sehr gleichmäßig zwei- bis (meist) vier-

zellig. Holzparenchymzellen etwa 0,7 bis 0,11 mm lang und 0,024 mm breit, nur an den Gefäßen oft kürzer und breiter und in den Reihen zahlreicher, auf den Tangentialwänden winzig, auf den Radialwänden ansehnlicher getüpfelt; die an Faserschichten grenzenden Zellen gewöhnlich durchweg in Kristallkammern geteilt. Letztere äußerst zahlreich, oft nur 0,012 Millimeter hoch.

Beschaffenheit: Eichen- oder teakartiges Holz. Sehr dicht, schwer, hart.

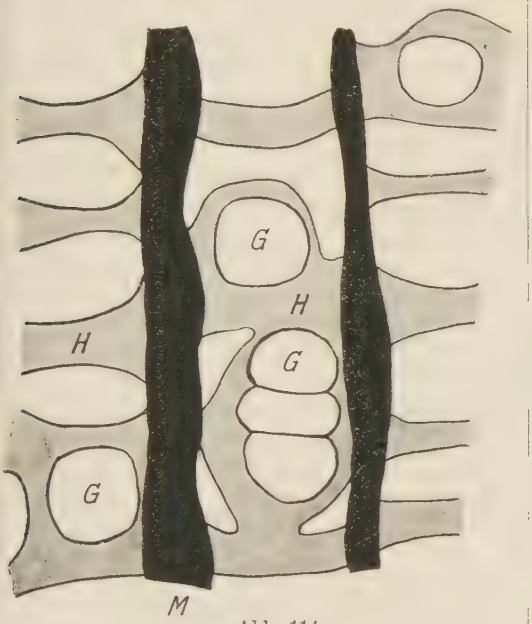


Abb. 114.
Sterculia oblonga Mart. »Bóngele-Holz.« *G* Gefäße. *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchym. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

In tangentialer Richtung leichter spaltend, in radialer Richtung dagegen schwer, mit grobzackigem Bruch. Leimt, hobelt, dreht und sägt sich leidlich, wenig polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,790—0,820, nach Chevalier jedoch nur: 0,521. Wasser wird durch das Holz sattweingelb gefärbt. Die Lösung verändert sich nach Zusatz von Eisenchlorid nicht.

Inhaltsstoffe: Manche Zellen der Markstrahlen wie des Holzparenchyms mit gelblichem bis gelbbraunem Inhalt, als Wandbelag oder in derberen, homogenen Stücken; klumpige Massen des nämlichen Kernstoffes in einzelnen Gefäßen. Im Holzparenchym stellenweise auch dunkelgelbe bis rotbraune, in länglichen Tropfen erfolgte Ausscheidungen. Diese Inhaltsstoffe werden durch Eisenchlorid nicht geschwärzt.

Verwendung: Schiffsbau, Eisenbahnwagen, gewöhnliche Fußböden, brauchbares Wagner-, Drechsler- und Tischlerholz, welches jedoch für Möbel ungeeignet sein soll.

Bemerkung: Das von *Sterculia tragacantha* Lindl. abgeleitete »Piu« oder »Pió« aus Kamerun (Abb. 115) zeigt hellgelblichgraue Färbung; auf der Hirnfläche sehr deutliche, feinen Nadelstichen gleichende und gleichmäßig verteilte Gefäße, eben noch kenntliche Markstrahlen, aber erst mit der Lupe wahrnehmbare, sehr feine, in geringen, fast gleichen Abständen wellig verlaufende helle Querlinien (12 bis 13 auf 2 mm), deren Breite, nur 1—2 Holzparenchymreihen entsprechend, hinter dem radialen Durchmesser der Gefäße (0,19—0,24 mm) meist zurückbleibt. Die Sklerenchymfasern (als Grundmasse) sind weniger dickwandig, auch weiterlichtig als im Bongeleholz, regelmäßiger radial gereiht. Die Markstrahlen bleiben schmäler (nur 3—5-schichtig), werden aber höher (nicht selten über 1 mm, manche bis 1,30 mm). Kristallkammern fehlen. Der bräunliche, bis gelb- oder rotbraune Inhalt mancher Zellen, als Wandbelag, Gekrümel, auch in kugeligen Körnchen vorhanden

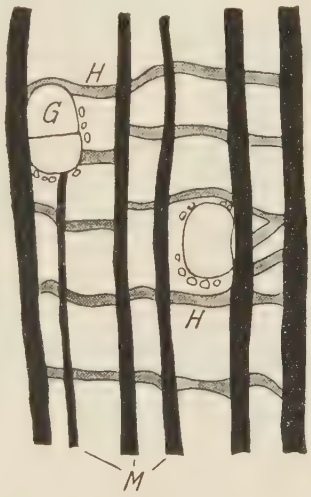


Abb. 115.
Sterculia tragancantha Lindl. »Pióholz«. *G* Gefäße. *H* Holzparenchymbänder. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

oder an den Zellen angehäuft, wird (besonders der rotbraune) durch Eisenchlorid geschwärzt, das Holz ist in der Richtung der Markstrahlen leicht und glatt spaltbar, die Spaltfläche zeigt lebhaften Glanz.

145. Lumbayaoholz.

»Philippinisches Mahagoni«.

Stammpflanze und Familie: *Tarrietia javanica* Bl. — Sterculiaceae.

Nomenklatur: »Lumbayao«, »Philippinen-Mahagoni«.

Heimat: 40—50 m hoher, geradschäftiger Baum der Philippinen, Javas und Cochinchinas.

Holzcharakteristik (111; 142): Splintholz licht hellrot, allmählich in das rote bis rötlichbraune bis dunkelrosabraune Kernholz übergehend. Letzteres ist glänzend, ohne Lichtspiel. Gefäße nicht dicht gezont, mehr zerstreut, groß, besonders in Längsschnitten sehr auffällig. In den Gefäßrillen schwärzlicher, bisweilen auch weißlicher Inhalt. Holzfasern im Hirnflächenschnitt deutlich gezont. Holzparenchymbänder fehlen. Markstrahlen dunkelrotbraun, auf radialen Längsschnitten groß und in deutlichem Gegensatz zu den seidenartigen Holzfasern.

Anatomische Holzcharakteristik (142): Hirnflächenschnitt: Gefäße zerstreut, kreisförmig, bis 0,45 mm diam., 5—10 auf 2 mm, oft mit dunklem Inhalt. Holzfasern in den dichteren Zonen dickerwandig als in den lockeren. Holzparenchym bildet einen dunklen, 1—3 Zellen breiten Rand um die Gefäße. Holzparenchymzellen mit dunklem Inhalt. Markstrahlen ein- bis mehrschichtig, in den Zellen ebenfalls dunkler Inhalt. Tangentialer Längsschnitt: Markstrahlen unregelmäßig, 20 bis 30 auf 2 mm, mit parallel verlaufenden Seitenflächen und scharf verjüngten Enden, 1,56 mm hoch, 0,10 mm breit, 1—4-(meist 3—4)-schichtig. Markstrahlrandzellen nicht immer deutlich, oft eine Lage rechtwinkliger, stehender Zellen bildend, zuweilen mit dunklem Inhalt. Markstrahlmittelzellen klein, rund, dickwandig, mit Inhalt. Auf dem radialen Längsschnitt erscheinen die Holzfasern gelegentlich gefächert, regelmäßig angeordnet. Markstrahlen und Gefäße mit dunklem Inhalt.

Beschaffenheit: Mittelschwer, ziemlich dauerhaft, gut zu bearbeiten. (Sonst dem echten Mahagoni sehr ähnlich.)

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,650.

Verwendung: Wertvolles Holz zum Hausbau, zu Inneneinrichtungen, Herstellung von Möbeln, Kisten, Kanoes usw. Ziemlich guter Mahagoniersatz.

146. Bongosiholz.

Stammpflanze und Familie: *Lophira alata* Banks. — Ochnaceae.

Nomenklatur: »Afrikanische Eiche«, »Eisenholz z. T.«.

Heimat: Einer der höchsten Urwaldbäume Kameruns. Sein Holz gelangt von Lagos auch als »Afrikanische Eiche« zur Ausfuhr (10, 18; 11, 4; 54, 3).

Holzcharakteristik (5, 109; 6, 25; 10, 18): Holz mit satt goldbraunem, etwas rötlich getontem Splint und tief rotbraunem, an Schokolade oder die Malerfarbe »Caput mortuum« erinnerndem Kern mit undeutlichen Zuwachszonen. Querschnitt mit kenntlichen, nicht ganz gleichmäßig verteilten, im Kern meist gelblichweiß ausgefüllten Gefäßen und in geringen Abständen sehr gleichmäßig verlaufenden, feinen, welligen Querlinien, etwa 3 auf 1 mm. Im Längsschnitt bilden die Gefäße grobe, im Kern durch die erwähnte Ausfüllung sehr auffällige Längsfurchen in einer auf der Radialfläche schon für das freie Auge sehr fein und gleichmäßig längsstreifigen, durch die Markstrahlen auch gröber querstreifigen Grundmasse, die auf der Tangentialfläche schräg und ungleichmäßig hell und dunkelstreifig und unter der Lupe außerdem feingestrichelt erscheint (Abb. 116).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 109): Gefäße 2—3 auf den Quadratmillimeter, meist einzeln, 0,19 bis 0,38 mm weit, teils von Holzparenchym umgeben, teils unmittelbar an Sklerenchymfasern grenzend. Gefäßtüpfel äußerst klein, oft in Schrägreihen, mit nur 0,002 mm breiten Höfen und winzigen, in enge, lange Wandschlitze mündenden Poren, gegen Parenchymzellen nicht abgeändert. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, äußerst dickwandig, im Querschnitt mit nur punktförmigem Lumen von ungleicher

Größe, mehr oder weniger regelmäßig radial gereiht, und mit sehr engen, winzig behöften Tüpfeln besetzt. In der Grundmasse auch wellig verlaufende, da und dort blind endigende, meist zwei- bis vierschichtige, stellenweise auch nur einschichtige Querzonen von Holzparenchym (5—7 auf 2 mm). Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, im Querschnitt rundlich oder rundlich-eckig, deren radialer Durchmesser dem tangentialen oft gleich oder selbst größer ist. Markstrahlen 20—23 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt 1—2-schichtig, 0,26—0,70 mm, manche auch gegen 0,90 mm hoch. Markstrahlzellen derbwandig, im Tangentialschnitt meist aufrecht elliptisch, doch auch rundlich oder rundlich-eckig, 0,016—0,036 mm hoch und 0,008—0,020 mm weit, die Endzellen zuweilen höher als die übrigen (bis 0,048 mm) und im Tangentialschnitt lang zugeschärft. Im Radialschnitt erscheinen meist alle Markstrahlen »liegend«, manche auch nur doppelt so lang wie hoch. Die Tüpfelung ist wenig auffällig, oft spärlich, nur die an Gefäße grenzenden Wände dicht getüpfelt. Holzparenchym 5—8-, auch mehrzellig. Die Zellen zum großen Teile auffallend kurz (bis zu 0,028—0,040 mm breit), die meisten nur auf den Radialwänden getüpfelt.

Beschaffenheit: Sehr dicht, sehr hart, sehr schwer, in Wasser sofort sinkend, nicht leicht, aber ziemlich gut und uneben spaltend. Trotz seiner Härte gut zu bearbeiten. Das Holz soll einen eigenartigen Duft haben, der sich im Laufe der Zeit verliert.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,065—1,125 (nach E. Appel).

Inhaltsstoffe: An Wasser gibt das Holz keinen Farbstoff ab. Alkohol wird durch das Holz allmählich blaßweingelb gefärbt. In den meisten Markstrahl- und Holzparenchymzellen des Kernholzes gelblich- bis rotbrauner Inhalt, entweder homogene, lückenlose Ausfüllungen bildend, oder von einem meist engen, scharfrandigen, quer bis schräg verlaufenden Spalt oder von zahlreichen kleinen blasenartigen Hohlräumen durchsetzt, nur selten (wie im Splint!) auf einen mäßig starken Wandbelag beschränkt. In manchen jener Zellen auch dunkle krümelige Massen, von zahlreichen kleinen, blasigen Hohlräumen schaumig durchsetzt. Diese Ausfüllungen werden durch Kalilauge oder Salzsäure nicht angegriffen, von Alkohol ebensowenig wie der Zellinhalt gelöst, aber gleich diesem durch Eisenchlorid tief geschwärzt. Kalziumoxalatkristalle fehlen.

Verwendung: Das Holz gilt als hervorragend geeignet zur Herstellung von Parketten, Treppenstufen, Brückenbelag,

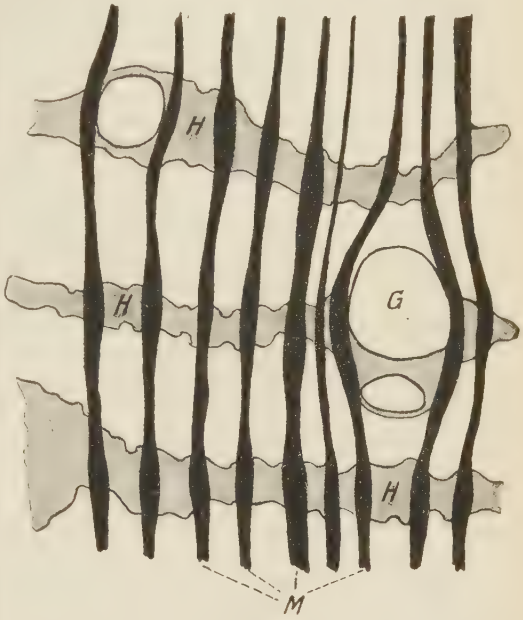


Abb. 116.
Lophira alata Banks. »Bongosiholz.« *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchymbänder. *G* Gefäße. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

Holzpflaster, der Abnutzung ausgesetzter Wagen- und Schiffsteile; ist auch als Furnierholz verwendbar; lieferte in Kamerun dauerhafte Eisenbahnschwellen.

147. Alexandrisches Lorbeerholz.

Stammpflanze und Familie: *Calophyllum inophyllum* L. — Guttiferae.

Nomenklatur: »Sultana Champa«, »Bintangor« (Sammelname für Holz der Calophyllumarten).

Heimat: Bis 24 m hoch werdender immergrüner Küstenbaum ganz Südasiens und Polynesiens. Der Baum kommt auch auf Sansibar, Madagaskar, den Komoren, Fidschiinseln und auf Queensland vor (26, 1; 17, 8; 165).

Holzcharakteristik (5,110): Holz hellrötlichbraun. Gefäße im Querschnitt als deutliche, ab und zu hell ausgefüllte, in kurzen radialen oder schrägen Reihen angeordnete Poren. Auf dem Querschnitt sind zarte, mit 0,5—1,0 mm Zwischenraum sehr gleichmäßig wellig verlaufende, auf hellerem Grunde dunkel erscheinende Querlinien sichtbar, die auf der vollständig geglätteten Querschnittsfläche oft kaum mehr zu sehen sind. Markstrahlen sehr fein, aber erst unter der Lupe deutlich zu erkennen. Holzlängsschnitt glänzend, durch oft schräg verlaufende furchige Streifchen und furchenlose dunkle Längslinien sehr zierlich gezeichnet, außerdem in der Grundmasse zonenweise, je nach dem Lichteinfall wechselnd, heller und dunkler. Unter der Lupe erscheinen jene Streifchen und Linien, sowie auch die Markstrahlen auf hellem Grunde rötlich, letztere auf der Tangentialfläche als feine, nicht in Querzonen geordnete Strichelchen, im radialen Längsschnitt als Querstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 110; 22, 11; 25, 2; 82, 2): Gefäße 0,16—0,24 mm weit, stets (?) einzeln, doch oft radial geordnet. Gefäßgliedenden einfach durchbrochen. Gefäßwände mit kleinen, elliptischen, einander nicht berührenden Hoftüpfeln besetzt. In den Gefäßen meist große, dünnwandige Thyllen. Markstrahlen einschichtig, meist 2 bis 12, einzelne auch bis 20 Zellen (0,05 bis 0,30 bzw. 0,40 mm) hoch. Markstrahlzellen 14—24 μ, an den Kanten (seltener im Innern) auch 32—65 μ hoch, meist nur 12—14 μ breit, mäßig dickwandig, in der Radialansicht ungleich, die hohen zwei- bis dreimal kürzer als die übrigen. Die Tangentialwände der Markstrahlzellen mit zahlreichen kleinen, die Radialwände gegen Gefäße oft mit großen Tüpfeln besetzt, deren größter Durchmesser bis 20 und mehr μ betragen kann. Holzparenchym größtenteils in langen, ununterbrochenen, teilweise auch in kurzen, zwei- bis sechsschichtigen, von den Gefäßen unabhängigen Querzonen, mit ziemlich dünnwandigen, bis 40 μ weiten und über 0,135 mm langen (hohen) Zellen. Kristallkammerzellen vorhanden. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, meist radial gereiht, in ihrem Mittelteil bis 27 μ breit, mit etwa 3 μ dicken Wänden. Fasertracheiden mit kleinen, meist mehrreihigen Hoftüpfeln, an den Gefäßen und, wo diese einander genähert, auch zwischen ihnen.

Beschaffenheit: Mittelhart, lang- und hartfaserig, ziemlich leicht aber sehr schlecht spaltbar, gut schneidbar und sehr polierfähig. Im Freien sehr dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,579—0,647.

Inhaltsstoffe: Die Wände der Gefäße und Thyllen meist gebräunt, die der Zellen farblos. In den Markstrahlen und im Holzparenchym lebhaft rotbrauner, in Alkohol unlöslicher Inhalt, oft nur in dünnerer oder dickerer Schicht der Wand anliegend, häufig aber auch in Form einer erstarrten schaumigen Masse den Innenraum erfüllend, wie z. B. meist in den langen Markstrahlzellen, in starren homogenen Tröpfchen und Pfropfen auch in einzelnen Fasern. In manchen dieser eine gelblichgrüne, körnige, in Alkohol lösliche Substanz, desgleichen da und dort im Holzparenchym und in Kristallkammern neben den Kristallen. Eisenchlorid schwärzt Wände und Inhalt sämtlicher Zellen. An Wasser gibt das Holz keinen Farbstoff ab.

Verwendung: In Indien sehr geschätztes Holz für Masten, Sparren und Planken. Mit Vorliebe für den Schiffsbau verwendet. Wertvolles Wagner-, Maschinen-, Möbel- (Täfelungen), Drechsler- und Bahnschwellenholz.

Bemerkungen: 1. Der Baum liefert »Ostindisches Tacamahac-Harz« oder »Balsamum Mariae«.

2. Der Baum ist, da er auf sandigem und felsigem Boden gedeiht und gegen Stürme widerstandsfähig ist, auch wegen seiner vielseitigen Verwendbarkeit zu Aufforstungen sehr geeignet.

148. Bacurybaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Platonia insignis* Mart. — Guttiferae.

Nomenklatur: »Pacuri«, »Geelhart«.

Heimat: Mächtiger Baum des tropischen Brasilien, auch in Argentinien und Guayana.

Holzcharakteristik: Kernholz bräunlichgelb, Splintholz gelb. Jahresring-

zonen ziemlich deutlich, 3—6 mm dick, Zonengrenzen sehr unscharf. Gefäße im inneren Teile der Zuwachszonen oft etwas größer als sonst, bisweilen etwas zonenweise, gewöhnlich gleichmäßig verteilt, 1—3, meist 2—3 je 1 qmm, vereinzelt oder in Gruppen. Kernholzgefäße ganz oder teilweise mit Thyllen gefüllt.

Anatomische Holzcharakteristik (166): Gefäße verstreut, einzeln oder zu wenigen in Gruppen. Gefäßquerwände nur wenig schief geneigt. Gefäßgliedenden rundlich oder oval durchbrochen. Gefäßwände zu anliegenden Gefäßen hin mit größeren Hoftüpfeln, nach Holzparenchym- und Markstrahlzellen hin mit einseitigen Hoftüpfeln besetzt. Libriformfasern bilden die Grundmasse. Holzparenchym sehr reichlich ausgebildet, meist aus faserartigen Zellen bestehend, in der Umgebung der Gefäße und in Querbändern. Markstrahlen seitlich durch 2—7, gewöhnlich 4 Libriformfaserschichten voneinander getrennt, 1—3-, meist 2—3-schichtig, 2—25, oft 15—20 Zellen hoch, die einschichtigen ziemlich spärlich, nur wenige Zellen hoch. Markstrahlzellen fast alle liegend. Die oberen und unteren Kantenzellen gewöhnlich in radialer Richtung etwas kürzer, bisweilen stehend.

Beschaffenheit: Mittelschweres, ziemlich festes und dauerhaftes Holz.

Inhaltsstoffe: In den Holzparenchymzellen des Splintholzes gewöhnlich mehrere einfache runde oder elliptische Stärkekörner. Hie und da eine Zelle ganz oder teilweise mit einer zitronengelben, öligen Masse gefüllt.

Verwendung: Vortreffliches Dielen- und Parkett-, Kunsttischlerei- und Konstruktionsholz. Es findet außerdem Verwendung zu hydraulischen Arbeiten, zum Schiffsbau usw.

149. Rosenhölzer.

Unter dem Sammelbegriff »Rosenholz« wird eine größere Anzahl Hölzer verstanden, die wegen ihres Geruches und ihrer Farbe zusammengefaßt werden. Holzarten der Familie der Rosaceae zählen nicht zu den »Rosenhölzern«. Nicht alle »Rosenhölzer« des Handels besitzen rosenartigen Duft. Gewöhnlich kommen die Rosenhölzer in 1,30 m langen und 10—16 cm dicken Stücken, seltener auch in größeren Dimensionen, in den Handel. Vielfach haften ihnen noch Spuren weißlichen Splintes an.

a) Brasilianisches Rosenholz.

Stammpflanze und Familie: *Physocalymma scaberimmum* Pohl. — Lythraceae.

Botan. Synonyme: *Ph. floribundum* Pohl., *Ph. floridum* Pohl.

Nomenklatur: »Pao de Rosa«, »Cego Maschado«, »Sebastião de Arruda«, in England: »tulip wood« (12, 13).

Heimat: Kleiner, bis 10 m hoher Baum des östlichen Peru (21, 3) bis zum Rio Tocantins und bis Goyaz, besonders auch im nördlichen Teile des Staates São Paulo. Das Holz kommt hauptsächlich über Bahia in den Handel.

Holzcharakteristik (5, 111): (Das Lupenbild von Stone [6, 26] zeigt die hellen Pünktchen zu derb, Markstrahlen und Querlinien überhaupt nicht). Holz hellrosen- oder fleischrot, in ungleichen Abständen mit dunkleren bis tiefkarminroten Zonen oder Streifen. Holzquerschnitt gleichmäßig hell punktiert und in einzelnen Querzonen mit deutlichen Poren. Die Mehrzahl der Gefäßporen, sowie zarte, helle Querlinien und die sehr feinen Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar. Holzlängsschnitt gleichmäßig dicht, für das freie Auge oft kaum nadelrissig, glanzlos; auf der Tangentialfläche bei Lupenbetrachtung sehr fein querstreifig infolge regelmäßiger Anordnung der Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 111): Gefäße sehr ungleich weit, 0,025—0,260 mm diam., die engeren zerstreut, einzeln, oder zu zwei bis mehreren radial gereiht, die weiteren oft in Querzonen mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Gefäßwände dick, mit einander nicht berührenden, etwa 2—5 μ breiten Hoftüpfeln besetzt. In den Gefäßen Thyllen. Markstrahlen meist zweischichtig, 0,08—0,15 mm, manche auch bis 0,23 mm hoch, seltener einschichtig oder dreischichtig, in mehr oder weniger deutlichen Stockwerken. Markstrahlen 8—14 μ hoch, 5—8 μ breit, dickwandig, ziemlich gleichförmig, gegen Gefäße meist reichlich getüpfelt. Dickwandige Holzfasern bilden die Grundmasse. Im

lang und tief nadelrissig und gradlinig verlaufend; meist mit glänzendem Inhalt angefüllt. Markstrahlen erst unter der Lupe als feinste Längslinien zu erkennen. Der schwach glänzende Schnitt erscheint durch unregelmäßiges Abwechseln heller, glänzender mit dunkleren Gewebepartien schwach flammig. Tangentialer Längsschnitt: Tief, lang und unregelmäßig nadelrissig. Die Gefäßrillen liegen einzeln oder zu zweien zusammen, verlaufen seltener gradlinig, meist schwach bogig oder unregelmäßig, in den meisten deutlich rötlichbraun glänzender Inhalt. Dunklere und hellere ungleichbreite Gewebestreifen verlaufen vielfach in schiefer Längsrichtung zueinander. Im Lupenbild feinste, gradlinig verlaufende Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik: Hirnflächenschnitt: Gefäße meist einzeln, häufig zu 2—3 oder auch zu 6—8 in Radialreihen, seltener in tangentialer Richtung zusammenliegend; hie und da viele sehr kleine Gefäße streifig zusammengeballt und dann gewöhnlich größere Gefäße brückenartig verbindend. Meist rundlich bis schwach oval, von kleinstem bis zu 275 μ Durchmesser. Die kleineren häufig in einschichtiges Holzparenchym eingebettet. Die kleinsten und kleineren mit dunkelrotbraunem, homogenem Inhalt vollgestopft, die größeren gewöhnlich mit gelblichbraunem, vielfach auch mit tief rötlichbraunem Inhalt ganz oder zum Teil angefüllt. Holzparenchym in tangentialer Streichrichtung als hellere, unregelmäßig wellig verlaufende Gewebestreifen deutlich hervortretend, mit dunkleren etwas breiteren und ebenso verlaufenden Faserpartien durchsetzt. An den breitesten Stellen 5-zellschichtig, an den schmalsten 1—2-, durchschnittlich 3-zellschichtig, an den Gefäßen häufig stark verbreitert. Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, meist isodiametrisch, die an den Gefäßen liegenden und die Gefäße umgebenden häufig stark gestreckt. 24,3 μ bis 40,0 μ, meist 32,0 μ Durchmesser; hie und da mit rötlichbraunem Wandbelag und Einzelkristallen angefüllt. Holzfasern als dunklere, schwach wellig verlaufende Gewebestreifen hervortretend, bilden den großen Teil der Grundmasse. Die Faserwandung ist dick, das Lumen eng und meist mit rötlichbraunem Inhalt. Ihr Durchmesser schwankt, je nach der Höhe, in welcher die Fasern durch den Schnitt getroffen werden, vom allerkleinsten bis zu 20 μ. Markstrahlen sehr zahlreich, ziemlich eng zusammenliegend, bis zu 80 μ voneinander entfernt, einzellreihig, schmal, derbwandig. Querwände dünner, gerade oder an den Gefäßen, an denen die Markstrahlen ausbiegen, vielfach schrägstehend; 54,6—117,0 μ lang, 11,7 bis 15,6 μ breit. Häufig mit rötlichbraunem Inhalt vollgestopft. Radialer Längsschnitt: Gefäße ziemlich dicht mit kleinen, schmalen, zerstreuten, einzeln liegenden, nicht zu Längsreihen verbundenen, quer- bis schräggestellten Holztüpfeln von durchschnittlich 7,8 μ Länge und schmalem Spalt besetzt. Gefäßglieder kurz, gewöhnlich 1½ mal so lang wie breit, 0,2—0,25 mm lang. Wandung bis 15 μ stark. Gefäßgliedenden mit einfachen Durchbrechungen. Die Gefäße sind mit bräunlichgelbem, schollenartigem Inhalt angefüllt oder haben diesen nur als Wandbelag. Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, gestreckt, mit geraden Querwänden, seltener einseitig spitz ausgezogen, meist 80—120 μ lang, 20—32 μ breit; dicht mit kleinen rundlichen Tüpfeln besetzt. Holzfasern bis 2 mm lang, entweder schlank mit lang ausgezogenen, spitz auslaufenden Enden, oder knorrig mit kurzem, breitem Mittelteil und geraden, schwach wellig oder gekerbten Enden. An den breitesten Stellen bis 20 μ diam. Ziemlich dickwandig und mit schräg verlaufenden Tüpfelkanälen. Markstrahlen 6—11 Zellen, meist 7—9 Zellen hoch. Markstrahlzellen: Mittelzellen 13,5—19 μ breit, bis 117 μ lang. Randzellen kürzer und höher, 20 bis 25 μ breit, bis 65 μ lang. Längswände derbwandig, Querwände dünn, dicht mit sehr kleinen Tüpfeln besetzt. Kristallschläuche aus Holzparenchymzellen hervorgegangen, massenhaft, bis 200 μ lang; aus 4—5, seltener bis 8 Einzelzellen gebildet, in jeder Zelle ein großer Kalziumoxalat-Kristall, die Einzelzelle 31,2 bis 40,0 μ breit. Tangentialer Längsschnitt: Gefäße, Fasern und Kristallschläuche wie im radialen Längsschnitt. Holzparenchym: 19,3—40,5 μ, meist 27,0 bis

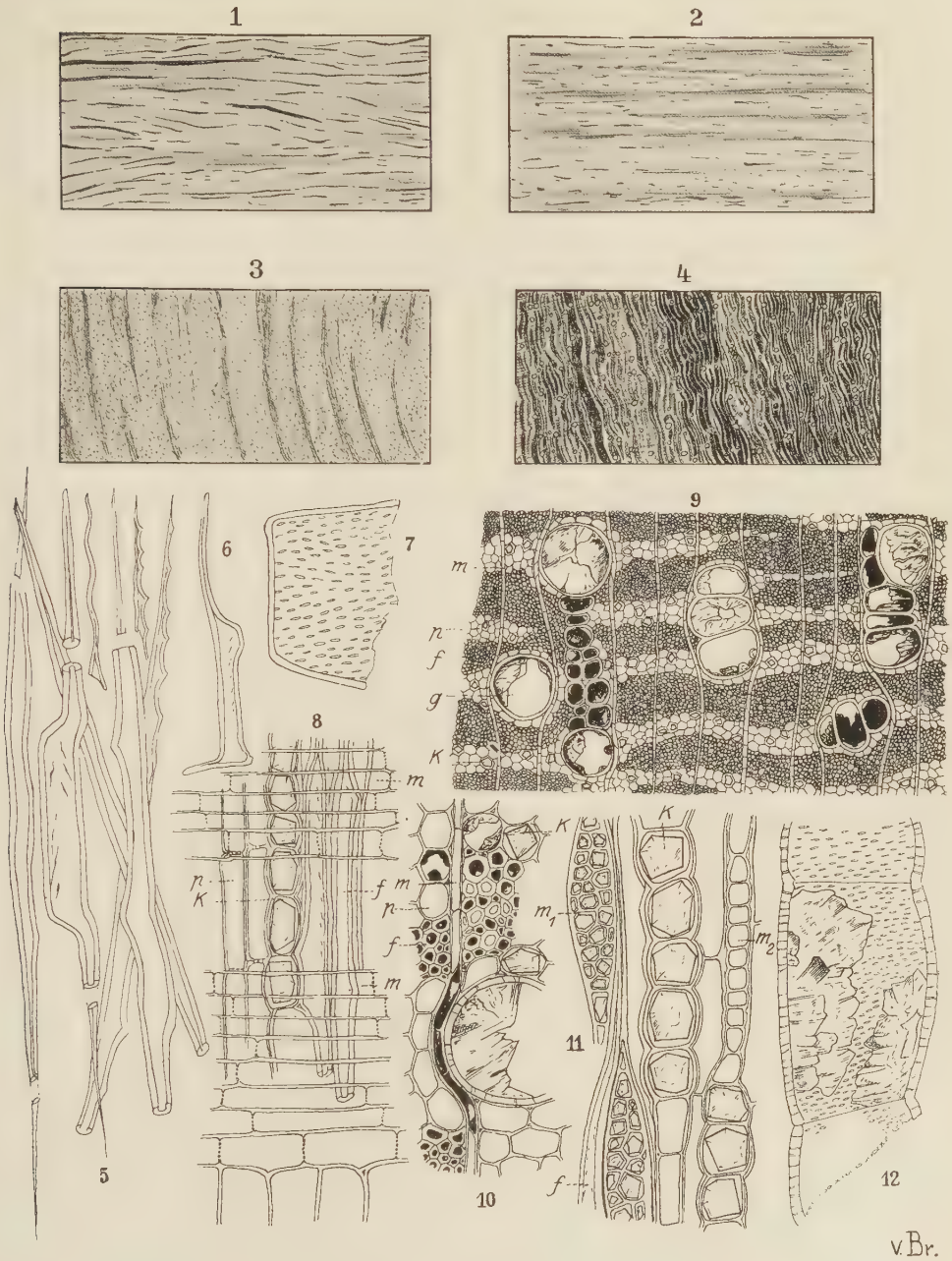


Abb. 117.

Pterocarpus erinaceus Poir. 1. Horizontaler Längsschnitt (1/1). 2. Radialer Längsschnitt (1/1). 3. Hirnflächenschnitt (1/1). 4. Hirnflächenschnitt (Lupenbild, 15/1). 5. Isolierte Holzfasern (352/1). 6. Isolierte Holzparenchymzelle mit einseitig ausgezogener Spitze (352/1). 7. Gefäßbruchstück mit Tüpfeln (264/1). 8. Radialer Längsschnitt (264/1), *m* Markstrahl, *p* Holzparenchym, *k* Kristallschlauch, *f* Holzfaser. 9. Hirnflächenschnitt (62/1), *m* Markstrahl, *p* Holzparenchym, *f* Holzfasern, *G* Gefäß, *K* Kristallschlauch. 11. Tangentialer Längsschnitt (264/1), *k* Kristallschlauch, *m* gekammerter Markstrahl mit Kristallen, *f* Holzfaser, m_2 nicht gekammerter Markstrahl ohne Kristalle. 12. Gefäßglieder mit Inhalt (264/1). (W. v. Brehmer.)

lang und tief nadelrissig und gradlinig verlaufend; meist mit glänzendem Inhalt angefüllt. Markstrahlen erst unter der Lupe als feinste Längslinien zu erkennen. Der schwach glänzende Schnitt erscheint durch unregelmäßiges Abwechseln heller, glänzender mit dunkleren Gewebepartien schwach flammig. Tangentialer Längsschnitt: Tief, lang und unregelmäßig nadelrissig. Die Gefäßrillen liegen einzeln oder zu zweien zusammen, verlaufen seltener gradlinig, meist schwach bogig oder unregelmäßig, in den meisten deutlich rötlichbraun glänzender Inhalt. Dunklere und hellere ungleichbreite Gewebestreifen verlaufen vielfach in schiefer Längsrichtung zueinander. Im Lupenbild feinste, gradlinig verlaufende Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik: Hirnflächenschnitt: Gefäße meist einzeln, häufig zu 2—3 oder auch zu 6—8 in Radialreihen, seltener in tangentialer Richtung zusammenliegend; hie und da viele sehr kleine Gefäße streifig zusammengeballt und dann gewöhnlich größere Gefäße brückenartig verbindend. Meist rundlich bis schwach oval, von kleinstem bis zu 275 μ Durchmesser. Die kleineren häufig in einschichtiges Holzparenchym eingebettet. Die kleinsten und kleineren mit dunkelrotbraunem, homogenem Inhalt vollgestopft, die größeren gewöhnlich mit gelblichbraunem, vielfach auch mit tief rötlichbraunem Inhalt ganz oder zum Teil angefüllt. Holzparenchym in tangentialer Streichrichtung als hellere, unregelmäßig wellig verlaufende Gewebestreifen deutlich hervortretend, mit dunkleren etwas breiteren und ebenso verlaufenden Faserpartien durchsetzt. An den breitesten Stellen 5-zellschichtig, an den schmalsten 1—2-, durchschnittlich 3-zellschichtig, an den Gefäßen häufig stark verbreitert. Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, meist isodiametrisch, die an den Gefäßen liegenden und die Gefäße umgebenden häufig stark gestreckt. 24,3 μ bis 40,0 μ, meist 32,0 μ Durchmesser; hie und da mit rötlichbraunem Wandbelag und Einzelkristallen angefüllt. Holzfasern als dunklere, schwach wellig verlaufende Gewebestreifen hervortretend, bilden den großen Teil der Grundmasse. Die Faserwandung ist dick, das Lumen eng und meist mit rötlichbraunem Inhalt. Ihr Durchmesser schwankt, je nach der Höhe, in welcher die Fasern durch den Schnitt getroffen werden, vom allerkleinsten bis zu 20 μ. Markstrahlen sehr zahlreich, ziemlich eng zusammenliegend, bis zu 80 μ voneinander entfernt, einzellreihig, schmal, derbwandig. Querwände dünner, gerade oder an den Gefäßen, an denen die Markstrahlen ausbiegen, vielfach schrägstehend; 54,6—117,0 μ lang, 11,7 bis 15,6 μ breit. Häufig mit rötlichbraunem Inhalt vollgestopft. Radialer Längsschnitt: Gefäße ziemlich dicht mit kleinen, schmalen, zerstreuten, einzeln liegenden, nicht zu Längsreihen verbundenen, quer- bis schräggestellten Holztüpfeln von durchschnittlich 7,8 μ Länge und schmalem Spalt besetzt. Gefäßglieder kurz, gewöhnlich 1½ mal so lang wie breit, 0,2—0,25 mm lang. Wandung bis 15 μ stark. Gefäßgliedenden mit einfachen Durchbrechungen. Die Gefäße sind mit bräunlichgelbem, schollenartigem Inhalt angefüllt oder haben diesen nur als Wandbelag. Holzparenchymzellen ziemlich dünnwandig, gestreckt, mit geraden Querwänden, seltener einseitig spitz ausgezogen, meist 80—120 μ lang, 20—32 μ breit; dicht mit kleinen rundlichen Tüpfeln besetzt. Holzfasern bis 2 mm lang, entweder schlank mit lang ausgezogenen, spitz auslaufenden Enden, oder knorrig mit kurzem, breitem Mittelteil und geraden, schwach wellig oder gekerbten Enden. An den breitesten Stellen bis 20 μ diam. Ziemlich dickwandig und mit schräg verlaufenden Tüpfelkanälen. Markstrahlen 6—11 Zellen, meist 7—9 Zellen hoch. Markstrahlzellen: Mittelzellen 13,5—19 μ breit, bis 117 μ lang. Randzellen kürzer und höher, 20 bis 25 μ breit, bis 65 μ lang. Längswände derbwandig, Querwände dünn, dicht mit sehr kleinen Tüpfeln besetzt. Kristallschläuche aus Holzparenchymzellen hervorgegangen, massenhaft, bis 200 μ lang; aus 4—5, seltener bis 8 Einzelzellen gebildet, in jeder Zelle ein großer Kalziumoxalat-Kristall, die Einzelzelle 31,2 bis 40,0 μ breit. Tangentialer Längsschnitt: Gefäße, Fasern und Kristallschläuche wie im radialen Längsschnitt. Holzparenchym: 19,3—40,5 μ, meist 27,0 bis

30,0 μ breit und 80,0—130,0 μ, meist 100,0 bis 120,0 μ lang. Markstrahlen entweder einzellreihig, 6—11, meist 9 Zellen hoch oder breit spindelförmig (faserartig) aus vielen, unregelmäßig angeordneten Zellen bestehend und dann gewöhnlich in jeder Zelle ein Kalziumoxalat-Kristall. Alle Gewebewände gelblich bis schwach rötlichgelb gefärbt.

Beschaffenheit: Hart, schwer, fest, dicht, im Wasser sinkend, schwer und stark splitterig spaltbar, Spaltfläche mattglänzend. Häufig schwach bläulichviolette Bereifung durch Ausscheidung feiner Kriställchen. [Solche Kristallausscheidungen kommen auch beim westafrikanischen roten Korallenholz und dem roten Santelholz (Caliaturholz) vor.] Es dreht und poliert sich gut, sägt sich leicht, ist jedoch schwer hobelbar; gehobelt, mit glatter, schwach glänzender Fläche.

Inhaltsstoffe: *Pterocarpus erinaceus* Poir. ist die Stammpflanze des »Gambir-Kinos« oder »Westafrikanischen Kinos«, welches in seinen Eigenschaften dem »Malabar-Kino« gleichen soll und in Ostafrika das »Kino von Kilossa« liefert. Das im Wurzelholz befindliche Harz wird an der Luft schwarz und von den Haussas in Nigerien (Joruba-Provinz) mit »Madobia« bezeichnet (nach A. Engler). Die gelblichbraunen bis rotbraunen Inhalte der Gefäße, Fasern, Holzparenchymzellen und Markstrahlen sind in kaltem Wasser so gut wie unlöslich. Siedendes Wasser löst sie teilweise und färbt sich schön hellgelb. Die Lösung fluoresziert stark pfaublau, die Fluoreszenz verliert sich nach Tagen, das Holz dunkelt in gelbbraun nach. Eisenchlorid färbt die wässrige Lösung zunächst dunkelbraun, später scheidet sich ein flockiger, rötlich schwarzbrauner Niederschlag ab. Äther und Chloroform löst den Inhalt nicht, Alkohol sehr wenig. Die alkoholische Lösung färbt sich nach Stunden schwachgelb; sie fluoresziert nicht. Salzsäure wird durch Holzspäne schwachgelblich, später trübend, erstere verfärben sich schwarzgrau. 15%ige Schwefelsäure bleibt unverändert. Kalte Salpetersäure verändert das Holz schnell nach dunkelbraun bis schwarzbraun, die Säure färbt sich gelb, dunkelgelb bis rötlichgelb und fluoresziert schwach. Heiße Salpetersäure wird schön dunkelrot: nach Zusatz von Kaliumchlorat wird die Lösung schön ockergelb. In Alkalien ist das Harz leicht löslich. Durch Ammoniak wird das Holz anfangs schön gelb, später bräunlichgelb; die Lösung färbt sich, besonders nach Erhitzen, schön gelb und fluoresziert schwach bläulich. Nach Übersättigen mit 25%iger Salzsäure entfärbt sich die Lösung und ein weißlich flockiger Niederschlag wird abgeschieden. Kalte Kalilauge färbt das Holz gelb, die Lösung tiefgelb; heiße Kalilauge das Holz tief rotbraun, die Lösung gelbbraun. Das dunkelrote bis schwarzrote Wurzelholz färbt kochendes Wasser dunkler bräunlich, die Lösung fluoresziert schwach rötlichblau. Ammoniak löst dessen Inhaltsstoffe schwarz-rotbraun, nach Übersättigen mit 25%iger Salzsäure entfärbt sich die Lösung und ein flockiger tief kirschroter Niederschlag scheidet sich ab.

Verwendung: In der Möbel- und Kunsttischlerei. In England für Turngeräte und Schiffsbau benutzt.

c) Zusammenstellung der wichtigeren »Rosenhölzer« des Handels.

»Bois de rose de l'Océanie«
= »Rosenholz der Seychellen«.

»Borneo Rosenholz« (auch »Renghas«)
= *Melanorrhoea spec.* div. Anacardiaceae.
= *Swintonia spec.* div. Anacardiaceae.

»Burma Rosenholz«
= »Indisches Rosenholz« (siehe dieses).

»Conduru« auch »Rosenholz von Bahia«
= Unbekannte botanische Abstammung.

»Indisches Rosenholz« (auch »Narra«, »Padauk«)
= *Pterocarpus indicus* Willd. (Legumin.).

»Ostindisches Rosenholz«
= *Dalbergia sissoa* Roxb. Ostindien (Legumin.).
= *Dalbergia latifolia* Roxb. Ostindien (Legumin.).

»Pau de rosa« (167)
= *Machaerium firmum* Benth. Brasilien.
= Faux bois de rose, »Rotes Jacaranda-Holz«.
= *Jacaranda rôxo.* (Legumin.).

Dieses Holz zeigt sehr scharfe, abwechselnd weiße und rosa Streifen, die an buntgestreifte Tulpen erin-

nern. Es kommt in 1—1,50 m langen und 20—25 cm dicken Stücken in den Handel (46).

»Rosenholz«
= *Acacia excelsa* Benth. Ostaustralien (Legumin.)
= Andere *Acacia*-Arten.
= *Dalbergia nigra* Allem. Brasilien (Legumin.).

»Rosenholz der Seychellen«
= *Thespesia populnea* Corr. Trop. Afrika, Asien, Polynesien (Malvac.).

»Rosenholz von Cayenne«
= *Dicypellium caryophyllatum* (Mart.) Nees Frz. Guyana (Lauraceae).

»Rosenholz von Dominica«
= *Cordia gerascanthus* Jacq. Trop. Amerika (Borraginaceae).

»Rosenholz von Neu-Südwales«
= *Synoum glandulosum* A. Juss. Australien (Meliac.).

»Rosenholz von Queensland«
= *Acacia spec.* und andere. Queensland (Legumin.).

»Rose Wood«
= *Amyris balsamifera* L. Kuba, Jamaika, Portorico, Kolumbien, Ecuador (Rutaceae.).
Calliguaja odorifera. Chile.

»Tsetau-Rosenholz«
= Unbekannte botanische Abstammung. China.

4. Bemerkung: »Rosenholz«, »Palisanderholz« und »Tulpenholz« werden im Handel gewöhnlich miteinander verwechselt. Was für den Engländer »Rosenholz«, ist für den Franzosen »Palisander«; was für den Franzosen »Rosenholz«, ist für den Engländer »Tulpenholz«. Für die Nordamerikaner ist »Tulpenholz« das Holz von *Liriodendron tulipifera.*

150. Cocobolo-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Lecythis costaricensis* Pithier. — Lecythidiceae.

Nomenklatur: »Cocobolaholz«, »Salamanderholz«.

Heimat: Sehr großer Baum des tropischen Süd- und Zentralamerika, vornehmlich der Ebenen der atlantischen Abdachung von Kostarika. Nach Wilhelm (5, 29) gelangt das Holz hauptsächlich aus Nicaragua und Panama in den Handel. Panama liefert jedoch minderwertigere Blöcke.

Holzcharakteristik (5, 29): Holz auf der frischen Schnittfläche meist satt und lebhaft gelbrot, an der Luft ins Fleischrote bis Rotbraune, auch Violettbraune nachdunkelnd. Auf der Hirnfläche sehr auffällige, dunklere bis schwärzliche Querzonen, denen in Längsschnitten ebensolche Längsstreifen entsprechen, die auf Tangentialflächen oft einen zierlichen Flader bilden. Die Lupe zeigt auf der Querschnittsfläche zwischen den vorher unkenntlichen feinen Markstrahlen zahlreiche sehr zarte Querstreifchen; in weiteren Abständen wohl auch einzelne helle Querlinien. Die Gefäße sind teilweise durch dunkelroten bis schwarzen, glänzenden, da und dort auch mattgelben Inhalt verstopft. Auf der Tangentialfläche eine feine Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 29): Gefäße meist einzeln, auch zu 2—3, seltener zu mehreren in Radialreihen, 0,06—0,32 mm weit. Markstrahlen auf der Tangentialfläche in Querzonen, meist ein- bis zweischichtig, 5—8, häufig 6—7 Zellen (0,09—0,13 mm) hoch. Markstrahlzellen dünnwandig, 10—30 μ hoch und ebenso breit, oder schmäler, im Radialschnitt gleichförmig. In der Grundmasse wechseln mehrschichtige Querzonen dickwandiger, spärlich getüpfelter Holzfasern von ungleicher Größe und Form des Querschnitts mit einfachen, wenig regelmäßigen Querzonen ziemlich dünnwandigen Holzparenchyms ab. Holzparenchymzellen 0,01—0,025 mm weit. Auf den Radialwänden reichlich getüpfelt. Längsreihen des Holzparenchyms in Längsschnitten nur neben den Gefäßen, drei- bis vierzellig, sonst ausnahmslos zweizellig, alle mit den Gefäßgliedern und den breiteren Mittelstücken der Holzfasern von gleicher Höhe (0,16—0,19 mm), mit beiden und mit den Markstrahlen in Querzonen geordnet.

Beschaffenheit: Fein, fest, dicht, sehr hart und schwer, schwer zu spalten und zu schneiden.

Inhaltsstoffe: Wände der Zellen, Gefäße und Fasern in den dunkeln Querzonen schön rot, sonst satt goldgelb. In allen Elementen gelber bis tiefroter, durch Alkohol aus den Parenchymzellen und

Fasern meist völlig, aus den Gefäßen oft nur teilweise zu lösender Inhalt. Letzterer schwärzt sich mit Eisenchlorid, allmählich ebenso die Zellwände. Schon der wässrige Auszug enthält eine in Alkohol wie in Benzol reichlicher lösliche hautreizende Substanz (16, 2).

Verwendung: Zu Kunsttischlerarbeiten, Herstellung von Messerschäften, Bürstendeckeln, sowie zu vielen Drechslerarbeiten.

Bemerkung: Das Holz wird in Mexiko wegen seiner Färbung auch »Salamanderholz« genannt.

151. Barringtonia-Holz.

Stammpflanze und Familie: *Barringtonia speciosa* Forst. — Lecythidiceae.

Heimat: Mittelgroßer Baum der tropischen Küsten, von den Komoren bis Queensland, Neukaledonien und bis zu den Gesellschaftsinseln (Philippinen, Neuguinea usw.). Das Holz gelangt in neuerer Zeit von Neuguinea nach Deutschland (17, 9). Was an dieser Stelle über Barringtoniahölzer gesagt wird, dürfte auch für die anderen Arten der Gattung zutreffen.

Holzcharakteristik (5, 112): Holz von heller, etwas gelblicher oder rötlicher Splintfärbung, im Querschnitt mit kaum kenntlichen, etwas spärlichen Gefäßen, aber auffälligen, einander sehr genäherten Markstrahlen. Im Längsschnitt deutlich nadelrissig, auf der Radialfläche auch querstreifig, glänzend, auf der tangentialen mit sehr zahlreichen, bei Lupenbetrachtung ansehnlichen, spindelförmigen Längsstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 112): Gefäße bzw. Gefäßpaare oder -gruppen etwa 3 auf das Quadratmillimeter. Die einzelnstehenden 0,12 bis 0,18 mm weit und, wie die Paare oder Gruppen, von Holzparenchym umringt, das auch kurze, anscheinend regellos verteilte, sich seitlich an die Gefäße anschließende und solche miteinander verbindende Querzonen bildet. Das Holzparenchym besteht aus 3—7 Schichten dünnwandiger Zellen, mit oft kaum verkürztem radialem Durchmesser. Derbwandige Fasern bilden die Grundmasse, im Querschnitt des Holzes oft radiale Reihen bildend, während die engerlumigen Endstücke regellos gelagert erscheinen, im Mittelteile weitlumig. Markstrahlen sehr zahlreich, 10—11 auf 2 mm Querschnittsfläche, im Tangentialschnitt meist 3—5 Zellen (0,05 bis 0,12 mm) breit und 0,40—1,00 mm, manche auch darüber (bis 1,60 mm) hoch, einzelne einschichtig, 4—10 Zellen hoch, die mehrschichtigen Markstrahlen mitunter in einen kürzeren oder längeren einschichtigen Teil endend, hohe Markstrahlen wohl auch zwei mehrschichtige Teile zeigend, die durch eine einschichtige Strecke miteinander verbunden erscheinen. Markstrahlzellen ungleich, auf dem Tangentialschnitt in mehrschichtigen Markstrahlteilen meist rundlich, 0,020 bis 0,040 mm hoch, 0,016—0,032 mm breit, in einschichtigen Markstrahlen und Markstrahlteilen oft vierseitig und, gleich den meisten Endzellen, 0,07—0,010 mm hoch. Auf dem Radialschnitt die kleineren Markstrahlen liegend, die höheren verkürzt bis quadratisch, die Kantenzellen oft aufrecht, bis dreimal höher als breit. Alle Markstrahlzellen ringsum reichlich und ansehnlich getüpfelt, häufig, besonders in den kürzeren, Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Tüpfel der Fasern ziemlich reichlich, klein, schiefspaltenförmig, in gemeinsamen Scheidewänden gekreuzt, auf Radialwänden zum Teil anscheinend behöft. Hoftüpfel zwischen benachbarten Gefäßen ansehnlich, rund, auch abgeflacht vierseitig, bis 0,020 mm breit, mit meist enger, querelliptischer, den Hof nicht berührender Pore. Tüpfelung der Gefäße gegen Holzparenchym- oder Markstrahlzellen meist »augenlidförmig«.

Beschaffenheit: Leicht, weich, sehr leichtspaltig.

Inhaltsstoffe: In manchen Zellen der Markstrahlen wie des Holzparenchyms teils lebhaft gelbbrauner Inhalt, reichlicher, oder nur als dünner Wandbelag, teils spärliches, bräunliches Gekrümel oder auch braune ungleich große kugelige Körnchen oder Tropfen. Die Färbung dieser Substanzen wird durch Eisenchlorid vertieft oder leicht geschwärzt. Wasser färbt sich durch das Holz weingelb.

Verwendung: Wertvolles Holz für die Möbeltischlerei.

152. Tandaholz.

Stammpflanze und Familie: *Rhizophora mangle* L. — Rhizophoraceae.

Nomenklatur: »Mangrove-Holz«, »Itanda«, »Manga robeira«.

Heimat: Bis 25 m hoher Baum des tropisch-amerikanischen und westafrikanischen Strandwaldes. In Amerika: Küste Floridas, Mississippi-Delta, Texas-Küste, Küste Mexikos, Nieder-Kalifornien; sowie an der ganzen Nord- und Ostküste Südamerikas bis zu den Tropengrenzen. Westindische Inselgruppe.

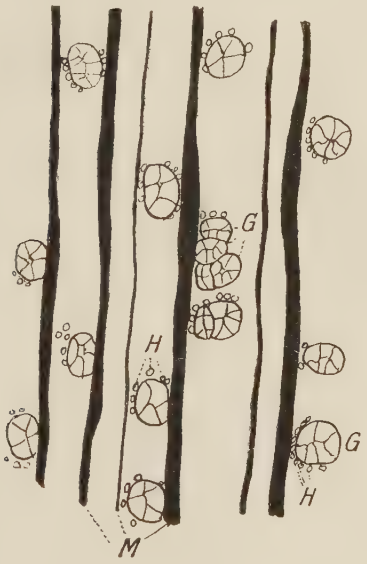


Abb. 118.
Rhizophora mangle L. *G* Gefäße mit Thyllen. *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchym. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

Holzcharakteristik (5, 113): Holz gleichmäßig hellrötlich, »lachsfarben«, im Innern mehr fleischfarben, heller und dunkler gestreift (»gewässert«) mit undeutlichen Zuwachszonen. Auf glattem Hirnflächenschnitt erscheinen die Gefäße als gleichmäßig verteilte helle Pünktchen. Die sehr feinen Markstrahlen sind meist erst mit der Lupe sichtbar. Der Holzlängsschnitt ist fein nadelrissig. Mit der Lupe sind in den Gefäßen auf dem Längsschnitt Thyllen zu erkennen. Die Markstrahlen bilden auf der schwach glänzenden Radialfläche wenig auffällige, erst unter der Lupe deutliche Querstreifen, und auf der Tangentialfläche bei Lupenbetrachtung neben den dunkler erscheinenden Gefäßen schmale, helle Längsstriche auf rötlichem Grunde (Abb. 118).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 113; 9, 11; 10, 14; 22, 4; 54, 2; 82): Die Gefäße erscheinen meist 0,10 bis 0,15 mm weit, sie liegen einzeln, auch zu zweien, seltener zu mehreren in Radialreihen, etwa 11—18 auf das Quadratmillimeter. Gefäßgliedenden mit leiterförmigen Durchbrechungen. Diese bilden 5—11 Spangen, jede 0,004—0,008 mm dick, 0,012 bis 0,020 mm voneinander entfernt, selten durch Querspangen verbunden; die Gefäßgliedenden setzen sich jenseits der durchbrochenen elliptischen Wandstellen noch eine Strecke fort. Die Gefäßwände sind mit quergestellten, außerordentlich schmalen, die ganze Wandbreite einnehmenden, untereinander streng parallelen Hoftüpfeln (»Treppentüpfeln«) besetzt. Außerdem zeigen die Radialwände der Gefäße kürzere und breitere, sowie weitporige Hoftüpfel, deren Ausmaße den einfachen Tüpfeln des anliegenden Holzparenchyms oder der benachbarten Markstrahlzellen entsprechen, wogegen die Hoftüpfel quer- oder schräggestellt, nicht selten fast die ganze Gefäßwandbreite einnehmen. Die Tangentialwände der Gefäße sind dicht mit langen, schmalen, nur 0,004 mm breiten, den vorstehend beschriebenen gleichen »Treppentüpfeln« versehen und ebenfalls fein liniiert. Mit den Sklerenchymfasern sind die Gefäße nicht durch Tüpfel verbunden.

In den Gefäßen dünnwandige Thyllen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, sie sind sehr dickwandig, englumig, im Querschnitt ungleich groß, von eckigem Umriß, zum Teil radial gereiht; sie zeigen winzige, unbehöfte Tüpfel, mitunter auch gallertige Wandverdickung. Holzparenchym spärlich, nur an den Gefäßen. Markstrahlen im Tangentialschnitt in ihrem mittleren Teil 3—5-schichtig, 0,26—1,75 und mehr Millimeter hoch. Markstrahlzellen klein, derbwandig, meist aufrecht-elliptisch, etwas ungleich, 0,008—0,020 mm hoch und 0,004 bis 0,012 mm breit; im Radialschnitt meist liegend, manche jedoch auch quadratisch oder aufrecht. In vielen Markstrahlzellen Einzelkristalle von Kalziumoxalat, und zwar meist in derbwandigen Membrantaschen.

Beschaffenheit: Sehr dicht, sehr hart, sehr schwer, im Wasser sofort sinkend, leicht- und ziemlich glatt spaltend. Das Holz leimt, hobelt und sägt sich gut, poliert sich aber schlecht. Es biegt sich gut, wirft und dreht sich. Seine Faser ist lang, sehr fest und etwas grob.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,082—1,102.

Inhaltsstoffe: Im Kernholz, in den Markstrahlzellen und in den Zellen des Holzparenchyms hellroter, völlig homogener, lachsfarbiger Inhalt als Wandbelag, welcher von den Wänden tropfenförmig ins Innere vorspringt, seltener die Gefäße völlig ausfüllt, oder meist von rundlichen und gradlinig begrenzten Hohlräumen durchsetzt ist, oder auch durch solche, wie durch Kristalle, in einzelne Stücke zerlegt ist. Die gleiche Substanz findet sich in Tropfenform im Lumen vieler Fasern. Der lachsfarbige Inhaltsstoff färbt auch die Thyllenwände. Durch Wasser wird der Inhalt sehr wenig gelöst, ersteres nur schwach gelblich färbend. Eisenchlorid färbt das Kernholz tiefschwarz, schwärzt die Thyllenwände und in schwächerem Grade auch die übrigen Wände und Gefäße. Massenhaft Kristalle in den Markstrahlzellen, seltener solche im Holzparenchym.

Verwendung: Drechsler-, Wagner- und Bauholz, Werkzeug- und Pflasterholz. Es liefert hauptsächlich Schwellen- und Brückenbaumaterial und ist zur Holzverkohlung und Destillation gut geeignet. (In der Ausbeute gleicht es dem guten Buchenholz.)

153. Mukonjaholz.

Stammpflanze und Familie: *Terminalia superba* Engl. et Diels. — Combretaceae.

Nomenklatur: »Mukonja weiß« (10, 19), »Bukomé«, »Nkom«, »Bokome«.

Heimat: Bis 45 m hoher Baum des tropischen Westafrika (Kamerun, Sierra Leone, Goldküste).

Holzcharakteristik (5, 114): Holz gelblich bis gelbbräunlich, mit deutlichen Zuwachszonen. Im Querschnitt für das freie Auge mit eben noch kenntlichen, ziemlich gleichmäßig verteilten Gefäßen und miteinander abwechselnden helleren und dunkleren, mehr oder weniger verwaschenen Querzonen. Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar; ebensosehr feine, wenig derbere, häufig Gefäße in querer und schräger Richtung miteinander verbindende und hierbei zickzackförmig verlaufende helle Querstreifchen. Im Längsschnitt sehr deutlich und ziemlich gleichmäßig nadelrissig, lebhaft glänzend, an helles Mahagoniholz erinnernd. Durch die Markstrahlen auf der Radialfläche dicht querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe fein längsgestrichelt (Abb. 119).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 114): Gefäße einzeln, 0,07 bis 0,30 mm weit, auch zu 2—3 radial gereiht oder in Gruppen, etwa 2—3 auf das Quadratmillimeter von Holzparenchym umgeben. In den Gefäßen häufig Thyllen. Hoftüpfel der Gefäßwände meist fünf- bis sechsseitig abgeflacht, bis 0,012 mm breit, mit querelliptischer, den Hof nicht berührender Pore, gegen Holzparenchym- oder Markstrahlzellen kaum abgeändert. Holzparenchym bildet seitlich abgehende, kürzere oder längere, blind endigende, oder eine Mehrzahl von Gefäßen miteinander verbindende Quer- oder Schrägzonen. Es ist 2—7-schichtig, mit dünnwandigen, in radialer Richtung wenig abgeplatteten oder sogar weiteren Zellen. Der radiale Durchmesser des Lichtraumes dieser Zellen beträgt 0,020—0,040 mm, der tangentiale 0,020—0,032 mm. In den Holzparenchymzellen häufiger langgestreckte, säulenförmige Kristalle. Derbwandige, spärlich und winzig getüpfelte Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, im Querschnitt sehr gleichmäßig radial gereiht und in dieser Richtung mehr oder weniger abgeflacht oder rundlich, fast isodiametrisch oder mit größerem radialem Durchmesser. In solchen Querschnittsansichten stets kleiner als die Zellen der Holzparenchymreihen. Markstrahlen einschichtig, im Tangentialschnitt meist 0,26—0,60 mm, einzelne bis über 0,80 mm hoch, manche nur ein- bis zweistöckig. Markstrahlzellen klein, schmal elliptisch, oder zwischen Holzparenchym, mehr rundlich, 0,016—0,032 mm hoch, 0,006—0,012 mm breit. Markstrahlendzellen nicht größer, auch im Radialschnitt nur stellenweise kürzer als die Mittelzellen. Letztere liegend, selten aufrecht, etwa doppelt so hoch wie breit, Tangential-

wände der Markstrahlen reichlich, die anderen spärlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Grad- und kurzfaserig, dicht, leicht, mittelhart (zwischen Pappel- und Lindenholz), gut zu bearbeiten, zu hobeln, spalten und sägen, drechselt sich schlecht, nimmt poliert einen sehr schönen, goldgelben Glanz an.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,58 (nach E. Appel).

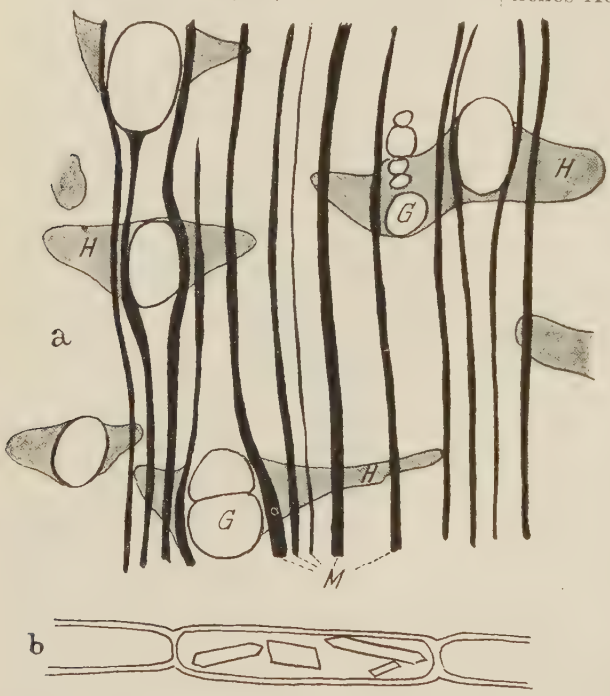


Abb. 119.
Terminalia superba Engl. et Diels. »Bokomeholz.« a) Holzquerschnitt. *G* Gefäße. *H* Holzparenchym. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgefallen. b) Holzparenchymzellen im radialen Längsschnitt mit langgestreckten, säulenförmigen Kristallen. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

Inhaltsstoffe: Im Holzparenchym mitunter häufige, mitunter aber auch sehr vereinzelte Kristalle in Gestalt schlanker, aufrechter Prismen, ferner ansehnliche Stärkekörner, deren Durchmesser der Querbreite der Zellen selbst nicht selten nahekommt. Die Körner zeigen keine Schichtung und keinen inneren Spalt; zusammengesetzte (Zwillinge bis Vierlinge) sind häufig. In den Markstrahlen fehlt Stärke entweder ganz oder tritt doch nur in erheblich kleineren Körnchen auf. In den Markstrahlzellen brauner Inhalt, als Wandbelag oder krümelig, auch in elliptischen bis kugelrunden, ungleich großen Tropfen oder Ballen, die sich gleich den ersterwähnten Abscheidungen mit Eisenchlorid tief schwarz färben. Wasser färbt sich durch das Holz weingelb.

Verwendung: Von den Eingeborenen vielfach verwandtes Holz. Es eignet sich zur Herstellung von Fensterrahmen, Jalousien, Verschalbrettern, billigen Möbeln. Gebeizt hat es ein eichenholzähnliches Aussehen.

Bemerkung: Unter »Mukonja rot« unterscheidet Jentsch (10, 19) offenbar zweierlei ungleiche Hölzer verschiedener botanischer Abstammung, deren eins vielleicht einer *Sarcocephalus*-Art (Fam. Rubiaceen) angehört (9, 14), während das andere mit dem oben beschriebenen Terminaliaholz große Ähnlichkeit zeigt, bis auf die hellere, mehr gelbliche Färbung, die etwas größere Härte und Schwere, die auf längere Strecken ununterbrochen verlaufenden hellen, welligen Querlinien der Hirnfläche, und den geringeren Gehalt an Kernstoff, der sich mit Eisenchlorid gleichfalls tief schwärzt. Ferner durch die weit kleineren Stärkekörner im Holzparenchym. Ob diese geringen Abweichungen einen spezifischen Unterschied zwischen den in Vergleich gezogenen Hölzern bedeuten, bleibe hier dahingestellt. Gebrauchswert dem des »Mukonja weiß« gleich. Es erinnert an helles Mahagoniholz und färbt Wasser weingelb.

154. Katappenbaumholz.

Stammpflanze und Familie: *Terminalia catappa* L. — Combretaceae.

Nomenklatur: »Schirmbaum«, »Etagenbaum«, »Indischer Mandelbaum«, »mkungu«, »Indian almond«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum mit etagenförmigem Aufbau der Äste von der ostafrikanischen Küste über Madagaskar bis Neuguinea verbreitet. Das Holz gelangt von Neusüdwales nach Deutschland zur Einfuhr.

Holzcharakteristik (5, 115): Holz fahl rötlichbraun bis rötlichgrau. Auf der Hirnfläche feine helle Punkte, in diesen die kaum kenntlichen Gefäße und auffällige, regellos und nicht konzentrisch verlaufende, zum Teil gefäßlose Querzonen. Unter der Lupe zwischen den Gefäßen kleine, kreideweiße Pünktchen, durch Kristalldrusen in Parenchymzellen verursacht. Im Längsschnitt bilden die Gefäße sehr deutliche, unregelmäßig verlaufende und zierliche Zeichnungen hervorrufende Längsfurchen; unter der Lupe erscheinen diese glänzend, oft gegliedert. Die sehr feinen Markstrahlen treten auf der Radialfläche als glänzende Querstreifen, auf der tangentialen als dunkle Strichelchen hervor.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 115): Gefäße querzonenweise von ungleicher Verteilung und 0,08 bis 0,30 mm betragender Weite, einzeln oder zu wenigen radial oder quer oder auch schräg gereiht von oft nur einseitig reichlicherem, meist weitzelligem Holzparenchym begleitet, oder durch solches auf weitere Strecken hin verbunden. Tüpfel der Gefäßwände klein, nicht über 0,008 mm breit, querelliptisch, mit gleichgeformter, den Hof nicht berührender Pore, gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen nicht abgeändert. Derb- bis dickwandige, sehr klein und spärlich getüpfelte Sklerenchymfasern als Grundmasse, im Querschnitt zum Teil regelmäßig radial gereiht und oft stark abgeplattet, zum Teil regellos gelagert, kleiner, isodiametrisch, im Längsschnitt oft schief verlaufend. Markstrahlen zahlreich, im Tangentialschnitt meist zwei- bis dreischichtig, 0,16—0,35 mm, manche auch über 0,50 mm hoch, Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, im Tangentialschnitt aufrecht elliptisch, 0,016—0,020 mm hoch und 0,008 bis 0.016 mm weit. Die Endzellen nur vereinzelt bis 0,040 mm hoch, meist nicht größer als die übrigen, im Radialschnitt liegend, oder kürzer mit oft auffällig schräggestellten Querwänden.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer und hart, schwer und uneben spaltend, neigt gern zum Werfen und dreht sich stark, auch in kleineren Dimensionen.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 511,6 Kilogramm je 1 cbm (nach Gamble), 591,6 kg je 1 cbm (nach Troup).

Inhaltsstoffe: In einzelnen, bis auf 0,10 mm erweiterten Zellen große Kristalldrusen von Kalziumoxalat, von einem zarten, nach Weglösung des Salzes hinterbleibenden Häutchen umgeben, das sich mit Chlorzinkjodlösung gelblich färbt. Markstrahlen und Holzparenchym mit reichlichem, tief rotbraunem Inhalt, der die Zellen als feinkörnige, dunkle Masse gleichmäßig erfüllt oder von homogener, durchscheinender Beschaffenheit ist und dann meist von wenigen bis sehr zahlreichen Hohlräumen durchsetzt wird, nicht selten auch auf einen ungleich starken Wandbelag beschränkt erscheint, der einen einzigen großen blasenförmigen Innenraum umschließt. Die tief und lebhaft gefärbte Ausfüllung der Zellen läßt Markstrahlen und Holzparenchym in mikroskopischen Präparaten äußerst auffällig hervortreten. Eisenchlorid färbt diesen Kernstoff tiefschwarz, schwärzt in schwachem Grade auch die nur leicht gebräunten Wände der Gefäße und Fasern. Wasser wird kaum, Alkohol schwach gelblich gefärbt.

Bemerkung: Der Bau dieses Holzes gleicht im wesentlichen dem von Burgerstein (82,3) beschriebenen 30 mm starken Stammstücke von *Terminalia catappa* L., das von C. Rechinger auf der Samoainsel Upolo gesammelt worden war. Ist die Übereinstimmung hinsichtlich der Ausmaße der Gefäße, Markstrahlen und Markstrahlzellen sowie der Reichlichkeit des Holzparenchyms auch keine vollständige — was ja durch Ungleichalterigkeit des Materials erklärlich ist —, so genügt sie doch zur Feststellung der Identität, wozu namentlich die auch im Samoaholze nachzuweisenden, so charakteristischen Kristalldrusen beitragen.

155. Eukalyptus-Hölzer.

Die etwa 400 Arten der Gattung *Eucalyptus* L'Herit. (Fam. Myrtaceae) sind überwiegend auf dem australischen Festlande und Tasmanien verbreitet. Nur einzelne Arten finden sich auf Neuguinea, Timor und den Molukken. Die Eukalyptuskultur ist sehr verbreitet, so besonders auch in den Mittelmeerländern, im südlichen Frankreich, auf Korsika, in Algier, Spanien, Portugal usw. (21; 522; 523; 537).

In Australien werden zwei Gruppen von Eukalyptusbäumen unterschieden:

1. Iron bark trees oder Eisenrindenbäume, mit glatter, fester Rinde.

2. Stringy bark trees oder Faserrindenbäume mit offener, faseriger Rinde.

Außerdem bezeichnet man in Australien alle Eukalyptusbäume häufig mit dem wenig glücklichen Sammelnamen »Gummibäume«. Die äußerst raschwüchsigen Bäume erreichen riesige Dimensionen und zählen wegen der großen Holzmassenproduktion sowie der vorzüglichen technischen Eigenschaften des Holzes zu den wichtigsten Nutzholzbäumen.

Die wichtigeren, im Handel auftretenden Eukalyptushölzer werden nach ihrer Holzfärbung in folgende beiden Gruppen unterschieden.

a) Hellbraune Eukalyptushölzer.

Sie ähneln im Aussehen gewöhnlichem Eichenholz, unterscheiden sich jedoch von diesem durch abweichende Zeichnung der Querschnittsfläche und Fehlen breiter Markstrahlen. Holzparenchym und Markstrahlzellen enthalten hellbraunen bis gelbbraunen Inhalt, der nach Zusatz von Eisenchloridlösung schwarz wird. Der Inhalt löst sich zum Teil in kaltem Wasser. Wasser färbt sich, Alkohol nicht. Der Gerbstoff geht in Alkohol über. (Näheres weiter unten.)

b) Rote Eukalyptushölzer.

Diese zeichnen sich durch trübe bis fleischrote Färbung des Kernholzes aus. Sie erinnern an Casuarinen- oder Pferdefleischholz. Die Markstrahl- und Holzparenchymzellen, sowie die meisten Thyllen sind mit homogenem, unter dem Mikroskop lebhaft rotbraun erscheinendem Inhalt angefüllt. Das Holzparenchym der roten Sorten ist reichlicher entwickelt, als das der hellbraunen Sorten, die Markstrahlen häufiger 2—3-schichtig. Wasser wird durch das rote Holz schwachgelblich, Alkohol gelbrötlich gefärbt.

I. Allgemeine Holzcharakteristik, anatomische Holzcharakteristik usw. der hellbraunen und roten Eukalyptushölzer (5, 116; 6, 27; 169).

Holzcharakteristik: Holz im Querschnitt mit zahlreichen, auffälligen hellen Pünktchen, die meist in schräg gestellte Streifchen wechselnder Richtung geordnet erscheinen und als feine Poren kenntliche Gefäße enthalten. Letztere sind in konzentrischen Zonen ungleich häufig, oder fehlen auch und rufen so eine an mehr oder minder deutliche Jahresringe erinnernde Zeichnung hervor. Holzlängsschnitt glänzend, mit ziemlich groben, oft etwas geschlängelten, unter der Lupe oft deutlich gegliederten, glänzenden oder einen feinkörnigen Inhalt (Thyllen) führenden Längsfurchen. Durch die schmalen, im Querschnitt nur mit der Lupe wahrnehmbaren Markstrahlen erscheint die Radialfläche fein querstreifig, die Tangentialfläche unter der Lupe fein gestrichelt. Das Holz ist zuweilen der Länge nach von gangartigen, im Querschnitt rundlichen Lücken durchzogen, die eine dunkel rotbraune Masse (Kinorot?) enthalten. Solche Gänge fand Wilhelm (5, 116) nur in einem als »spotted gum« bezeichneten, demnach von *E. maculata* Hook. abzuleitenden Holzstücke, wo sie bis zu 1 mm weit waren und in konzentrischen Zonen auftraten. Der brüchige Inhalt löste sich weder in kaltem noch in heißem Wasser, auch nicht in Alkohol, wurde aber von verdünnter Kalilauge schon in der Kälte angegriffen und beim Erhitzen vollständig gelöst; Eisenchlorid schwärzte ihn allmählich.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße zu 6—15 je 1 qmm, meist 0,12—0,30 mm weit, einzelne auch enger, bis zu 0,04 mm; meist einzeln, einander aber oft sehr genähert und nur durch schmale Streifen der Grundmasse oder durch Markstrahlen getrennt, längere oder kürzere schräge Reihen bildend. Gefäßglieder einfach durchbrochen, mit ansehnlichen, bis 11 μ breiten, runden oder elliptischen, querspaltporigen, einander nicht berührenden Hoftüpfeln und gegen Markstrahlen mit auffallend größeren nicht oder kaum behöften Tüpfeln besetzt und von dünnwandigen Thyllen erfüllt. Markstrahlen sehr zahlreich, im Mittel etwa 15 auf 1 mm Querschnittsbreite, zerstreut, vorwiegend einschichtig, manche im mittleren Teile auch zwei-, seltener dreischichtig, meist 0,06—0,40 mm (2 bis 20 Zellen), selten darüber hoch und mit 5—15 μ breiten, 5—40 μ hohen Zellen.

Letztere ziemlich gleichförmig oder an den Kanten etwas höher und kürzer als im übrigen, nicht selten durchweg kurz. Markstrahlzellen mäßig dickwandig, gegen Gefäße mit sehr auffallenden, großen, runden oder elliptischen Tüpfeln besetzt, deren Durchmesser oft der Höhe der Radialwände der Markstrahlzellen gleichkommt. Sehr dickwandige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, in regelmäßigen Radialreihen angeordnet, im Querschnitt 4—6-eckig und bis 16 μ breit, mit ansehnlichen, mehr oder weniger zahlreichen Hoftüpfeln. Holzparenchym auf die nächste Umgebung der Gefäße beschränkt oder auch vereinzelt in der Grundmasse, ohne Kristallkammern.

Beschaffenheit: Hart, schwer, meist ziemlich leichtspaltig, Spaltflächen oft uneben bis splittrig, stark reißend und schwindend, doch sehr fest, zäh, elastisch und dauerhaft, sehr gerbstoffreich. Spez. Lufttrockengewicht: 0,70 bis 1,00. Über Bruchspannung siehe (434).

Inhaltsstoffe: Kalziumoxalat scheint meist zu fehlen. (Bei »tallow wood« [siehe Nr. 155, II, a] vorhanden.) Organischer Inhalt des Parenchyms nach den Arten bzw. Gruppen verschieden, doch immer gerbstoffreich. In einzelnen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms, in vielen Thyllen, selbst in manchen Tracheiden gelbliche Sphärite oder im durchfallenden Lichte dunkle bis schwarze Klumpen kleiner, nadelförmiger Kriställchen, die sich weder in Wasser, noch in Alkohol oder in Säuren, wohl aber in Kalilauge, und zwar mit goldgelber Farbe, lösen. Eisenchlorid verändert diese kristallinischen Bildungen, indem an die Stelle der Klumpen und Sphärite allmählich Kristallschüppchen und sehr feine Kristallnadeln treten, die einzeln oder büschelweise oft im ganzen Gesichtsfelde verteilt sind und gleich den Schüppchen geschwärzt erscheinen.

II. Besondere Betrachtung der hellbraunen und roten Eukalyptushölzer.

a) Hellbraune Eukalyptushölzer.

Die hellbraunen, eichenfarbigen Eukalyptushölzer sind von den roten durch spärlicheres Holzparenchym und durch die Färbung des Inhaltes des letzteren und der Markstrahlen verschieden. Beide Elemente führen hier in vielen Zellen hellbraunen bis goldbraunen, von Eisenchlorid rascher oder langsamer geschwärzten Inhalt, der sich teilweise schon in kaltem Wasser, dieses färbend, löst, an Alkohol keinen Farbstoff, wohl aber Gerbstoff, abgibt und durch Ätzkali gerötet wird.

Hellbraunes Holz liefern derzeit nach Europa (170; 12, 14; 171):

Eucalyptus maculata Hook., »spotted gum« (Queensland und Neu-Südwales).

E. microcorys F. v. Muell. »tallow wood« (ebenda).

E. obliqua L'Hér. »stringy bark« (Faserrindenbaum), (Tasmanien, Van Diemensland, Neu-Südwales und Südaustralien).

E. pilularis Smith. »black butt« (Van Diemensland, Neu-Südwales und Qeensland).

Unter diesen Hölzern ist das von *E. microcorys* F. v. Muell. gelieferte »tallow wood« oder »Talgholz« durch sein hohes spez., mehr als 1,0 betragendes Lufttrockengewicht ausgezeichnet, infolgedessen es im Wasser sofort sinkt, sodann durch das Vorkommen und den Gehalt an fettem Öl und Kalziumoxalatkristallen im Holzparenchym. Das fette Öl ist in farblosen, ungleich großen, kugeligen Tropfen und formlosen Massen, hauptsächlich in den Markstrahlen und Holzparenchymzellen vorhanden. Es ließ sich aus mikroskopischen Präparaten durch Äther erst entfernen, wenn jene mehrere Stunden hindurch in einer Mischung von Ätzkali und Ammoniak gelegen hatten; Chloroform löste das Öl aus frischen Schnitten erst nach längerer Einwirkung. Neben fettem Öl scheint in diesem Holz auch Harz vorzukommen. Das Holz wird in Deutschland als Pflasterungsmaterial sowie zu Eisenbahnschwellen und Parketten verwandt, dient in seiner Heimat auch beim Schiffsbau und als Stellmacherholz.

Den übrigen der genannten Hölzer fehlen nach den untersuchten Proben Fettgehalt und Kalziumoxalat. Auffällige unterscheidende Merkmale der äußeren Struktur oder des inneren Baus sind für sie nicht anzugeben. In ihrer Hei-

mat auch zu Bauzwecken und als Werkholz verwandt, kommen sie bei uns vornehmlich als Material für Holzpflasterungen in Betracht. Dies gilt vor allem für »black butt«, das nicht nur äußerlich dem tallow wood« sehr ähnlich ist, sondern auch in seinen wertvollen Eigenschaften, wie außergewöhnliche Festigkeit gegen Druck und Abschleifung, unbedingte Widerstandsfähigkeit auch ohne Imprägnierung gegen zersetzende Einflüsse und große, das Eichenholz weit übertreffende Feuersicherheit so sehr mit diesem übereinstimmt, daß das eine für das andere, wie auch beide gemeinsam zu »australischen Hartholzpflasterungen« mit engstfugiger Verlegung verwandt werden können. Die gleiche Verwendung geschieht in Deutschland in ausgedehntem Maße. Die in Deutschland älteste mit »tallow wood«- und »black butt«-Pflaster belegte Strecke in der Goethestraße Leipzigs zeigte nach etwa 14jährigem Bestand unter schwerstem Verkehr eine Oberflächenabnutzung von nur 7—8 mm. Man schätzt die »Lebensdauer« einer solchen Pflasterung auf 40 Jahre. Auch eignen sich diese Hölzer hervorragend zur Herstellung von Fußböden in Räumlichkeiten mit großem Verkehr, wie Bahnhofshallen, Schulen, Warte- und Lagerräumen, Warenhäusern sowie zu Treppenstufen. »Spotted gum« ist durch große Zähigkeit und Elastizität ausgezeichnet und daher für Konstruktionsteile geeignet, die Biegungen und Krümmungen ausgesetzt sind, wie z. B. die »Rahmenhölzer« von Güterwagen. »Stringy bark« und das ähnliche »blue gum« (als solches kommt nur das Holz von *E. saligna* Smith in Betracht) liefern hauptsächlich Pflasterungsmaterial, sie finden zur Zeit in Deutschland nur beschränkte Verwendung. Letzteres Holz soll sich besonders für Hafenbauten eignen und z. B. in den Hafenanlagen von Dover weitgehende Verwendung gefunden haben.

Bemerkungen: 1. Den hellfarbigen Eukalyptushölzern im äußeren Ansehen wie im inneren Bau sehr ähnlich ist das gleichfalls aus Australien stammende, vermutlich auch von einer Eukalyptus-Art gelieferte »white box-Holz«. Von gleichmäßig lichter, gelblichbrauner Färbung, zeigt es auf der Hirnfläche die für Eukalyptushölzer charakteristische Verteilung der Gefäße und hierdurch bedingte Zeichnung besonders deutlich, erscheint auch in Längsschnitten wie jene. Auf 1 qmm Querschnittsfläche stehen 6—9 Gefäße, diese sind 0,07—0,22 mm weit, mit Thyllenbildung, von Holzparenchym und weitlumigen Tracheiden umgeben. Hoftüpfel der Gefäße bis 0,008 mm breit, mit querspaltförmiger Pore. Die Grundmasse wird von dickwandigen, englumigen, meist radial gereihten Fasertracheiden gebildet. Markstrahlen im Tangentialschnitt fast ausnahmslos einschichtig, nur einzelne in ihrem mittleren Teil zweischichtig, meist 3—17 Zellen (0,09—0,50 mm) hoch, manche auch nur zwei- bis einstöckig. Markstrahlzellen sehr dünnwandig, im Tangentialschnitt meist rundlich oder vierseitig, die der kleinsten Markstrahlen schmal elliptisch, 0,020—0,030 mm, die endständigen auch 0,040—0,04 mm hoch, 0,012—0,036 mm breit, im Radialschnitt meist liegend, doch auch quadratisch, manche Kantenzellen aufrecht, gegen Gefäße meist mit auffälligen großen Tüpfeln, deren Länge der Höhe der Radialwand oft gleichkommt. In den Zellen des Holzparenchyms und der Markstrahlen auch in Fasertracheiden gelblicher bis gelbbrauner, in Wasser wie in Alkohol mit gleicher Farbe ganz oder größtenteils löslicher, sehr gerbstoffreicher Inhalt. Bei Behandlung von Schnittpräparaten mit Eisenchlorid färben sich nicht nur der Inhalt, sondern auch alle Wände, und zwar jener tiefstschwarz, diese gleichmäßig im Ton der »Neutraltinte«. Das zähe und feste Holz dient in seiner Heimat hauptsächlich beim Brückenbau, ist aber weniger widerstandsfähig als »tallow wood« und »black butt,« in Deutschland im großen noch wenig verwandt.

2. Wilhelm (5, 116) untersuchte ein aus Hamburg stammendes falsches »black butt«. Sein Holz war dunkelbraun, unregelmäßig heller und dunkler gezont, im Querschnitt mit gleichmäßig zerstreuten hellen Pünktchen, in diesen die Gefäße als deutliche Poren. Gefäße meist 0,17 bis 0,27 mm weit, einzeln oder zu 2—6 in radialen Reihen, mit meist elliptischen, gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abweichend gestalteten Hoftüpfeln, ohne Thyllen, in mehr oder weniger an-

sehnlichen Gruppen weitzelligen, dünnwandigen Holzparenchyms, ohne Kristallkammern. Im Längsschnitt bilden die Gefäße bei entsprechendem Lichteinfall helle Furchen, die Markstrahlen auf der Tangentialfläche unter der Lupe helle Strichelchen. Einschichtige und zweischichtige Markstrahlen. Letztere überwiegend, 0,14—1,00 mm hoch, mit dünnwandigen, einander abflachenden, 13 bis 26 μ, an den Kanten mitunter auch 40 bis 68 μ hohen und dann im radialen Durchmesser gegen die übrigen verkürzten Zellen. Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, mit dicken, im durchfallenden Licht lebhaft gelbbraunen Wänden, in ihrem Mittelstück zuweilen weitlumig. In den Gefäßen mitunter brauner Kernstoff. Markstrahlen und Holzparenchym ohne spez. Inhalt. Wasser schwach, Alkohol weingelb färbend, an beide Flüssigkeiten nur Spuren von Gerbstoff abgebend. Eisenchlorid verfärbt die Wände der Fasern ins Schwarzbraune, schwärzt in geringem Grade auch die der übrigen Zellen und Gefäße.

b) Rote Eukalyptushölzer.

Innerhalb des allgemeinen Charakters der Eukalyptushölzer unterscheiden sich die roten von den hellbraunen Hölzern nicht nur durch die Färbung, welche auf der vollständigen Anfüllung der Markstrahlen und Holzparenchymzellen sowie der meisten Thyllen mit homogenem, im Mikroskop lebhaft rotbraunem Inhalt beruht, sondern auch durch die reichlichere Entwickelung des Holzparenchyms in der Grundmasse und durch die häufigere Zwei- und Dreischichtigkeit der Markstrahlen. Die eigenartige, stumpf-rotbraune Färbung dieser Hölzer erinnert sehr an die des Pferdefleischholzes, von dem sie sich aber durch den Mangel heller Querlinien auf der Hirnfläche, das Jarrahholz meist auch durch weitere Gefäße unterscheiden. Die bei den braunen Eukalyptushölzern beschriebenen, gelblichen, kristallinischen Bildungen sind zuweilen nur spärlich vorhanden; Kalziumoxalat scheint immer zu fehlen. Späne färben Wasser kaum oder nur schwach gelblich, Alkohol gelbrötlich, ohne daß hierauf der Inhalt der Zellen und Thyllen sichtlich angegriffen erscheint; er bleibt auch im kochenden Wasser unverändert und löst sich erst, wenn diesem Ätzkali zugesetzt wird. Durch Eisenchlorid wird der unveränderte Inhalt tief geschwärzt, desgleichen, doch in ungleichem Grade, je nach den Arten, auch ein wässriger oder alkoholischer Holzauszug.

Von Eukalyptusarten mit rotem Holz sind zu nennen:

E. creba F. v. Muell. »iron bark« (Neu-Südwales, Queensland und Nordaustralien).

E. marginata Don. »Jarrah« (Westaustralien).

E. rostrata Schl. »red gum« und *E. resinifera* Smith. »Roter oder Waldmahagonibaum« und *E. diversicolor* F. v. Muell. »Karri« (Westaustralien).

Auch diese Hölzer ähneln einander im äußeren Ansehen wie im mikroskopischen Bau so sehr, daß eine sichere Unterscheidung nach der Struktur kaum möglich erscheint. (Im »Jarrahholz« scheinen die mehrerwähnten kristallinischen Bildungen seltener zu sein als in den anderen hierher gehörigen Rothölzern.) Eher dürfte die Beachtung des ungleichen physikalischen Verhaltens, vielleicht auch der Färbung, hier Fingerzeige geben. So spaltete z. B. von den untersuchten Proben »Jarrah« leicht und glatt, »iron bark« krumm und uneben, »red gum« sehr ungleich und splitterig. »Jarrah« und »iron bark« zeigten die verhältnismäßig reinste und tiefste Rotfärbung, während diese bei »red gum« einen weniger lebhaften, mehr ins Bräunliche ziehenden Ton besaß, doch ist nach Mayr (2, 17) eben diese Art, *E. rostrata* Schl., durch rotbraunes Kernholz ausgezeichnet, welches als das dauerhafteste Holz gilt, das Laubbäume bilden können. Holz von *E. resinifera* und *E. diversicolor* kam nicht zur Untersuchung. (Über diese siehe: 6, 28.)

Von den genannten Hölzern ist »Jarrah« zur Zeit für Europa wohl das wichtigste, in steigendem Maße zur Einfuhr und Verwendung gelangende. Von angenehmer Färbung, leicht und glatt zu bearbeiten, sehr polierfähig, mitunter auch gemasert, kommt es unter den von verschiedenen *Eukalyptus*-Arten gelieferten »Australischen Mahagoni« für die Möbelindustrie und Kunsttischlerei des europäischen Kontinents wohl allein in Be-

tracht. Der Name »Mahagoni« wird in Australien außer dem obigen noch mehreren Eukalyptushölzern beigelegt, doch liefern diese hauptsächlich nur Bau- und Werkholz (27, 3). In seiner Heimat wird »Jarrah« als eins der dauerhaftesten, vielseitigst verwendbaren Nutzhölzer sehr geschätzt, auch wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen den Bohrwurm und als vortreffliches Kohlholz (2, 15). Zu Straßenpflastern ist es weniger empfehlenswert als »tallow wood« oder »black butt«, da es mehr »arbeitet«, sich daher nicht genügend engfugig verlegen läßt.

Bemerkungen: 1. Mit den rotbraunen Eukalyptushölzern zeigt das seiner botanischen Herkunft nach nicht näher bekannte, aus Australien nach Deutschland eingeführte »Grubaholz« große Ähnlichkeit. Wegen der Unsicherheit sei hier nur auf die genaue Beschreibung von Wilhelm (5, 116) verwiesen.

2. In seiner Färbung zwischen den hellbraunen und rotbraunen Eukalyptushölzern in der Mitte stehend, erinnert an jene auch in der Verteilung der Gefäße auf der Hirnfläche und durch die große Feinheit der unkenntlichen Markstrahlen sowie in der gesamten äußeren Erscheinung das gleichfalls australische, seiner botanischen Herkunft nach anscheinend noch nicht bestimmte »Sarraholz«. Näheres über dieses Holz siehe Wilhelm (5, 116).

156. Tupeloholz.

Stammpflanze und Familie: *Nyssa silvatica* Marsh. und andere *Nyssa*-Arten. — Cornaceae.

Botanisches Synonym: *Nyssa multiflora* Wangenheim.

Nomenklatur: »black gum« [in der Heimat] (246).

Heimat: Nordamerika.

Holzcharakteristik (5, 117): Holz von gleichmäßig heller, etwas gelblicher Splintfärbung, auf der Hirnfläche mit ungleich deutlichen Jahresringen, kenntlichen Markstrahlen, aber erst unter der Lupe erkennbaren, zahlreichen, ziemlich gleichmäßig verteilten Gefäßen, deren Weite die Breite der Markstrahlen nur wenig übertrifft. Im Längsschnitt fein nadelrissig, etwas glänzend. Im radialen Längsschnitt durch die Markstrahlen fein querstreifig, im tangentialen sind diese selbst mit der Lupe kaum wahrnehmbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 117; 43, 8; 172): Gefäße sehr zahlreich, 40—60, auch mehr, auf den Quadratmillimeter, 0,04—0,11 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—6 (selten mehr) in radialen Reihen oder Gruppen. Gefäßgliedenden leiterförmig durchbrochen, deren Spangen zahlreich (Wilhelm zählt 30—40, Sartorius im Holze von Herbarzweigen mitunter gegen 100), sehr zart (nur 0,8—1,0 μ dick), um etwa 0,004 mm voneinander entfernt, da und dort durch Anastomosen miteinander verbunden. Hoftüpfel der Längswände der Gefäße meist quergereiht, elliptisch, 0,008 mm breit, von der querspaltförmigen Pore ganz durchsetzt, gegen Holzparenchym oder Markstrahlzellen nicht abgeändert. Grundmasse von dickwandigen, doch ziemlich weitlumigen Sklerenchymfasern gebildet, diese von ungleicher Größe und Form des Querschnittes, radial gereiht oder regellos gelagert, durch Abplattung in schmalen Querzonen die Grenzen der Jahresringe bezeichnend, auf den Radialwänden mit spärlichen, schief spaltenförmigen, meist kleinbehöften Tüpfeln. Holzparenchym ziemlich spärlich, vereinzelt neben Gefäßen wie zwischen Fasern, stellenweise mit Kristallkammern. Markstrahlen im Tangentialschnitt zweischichtig oder zum Teil (seltener durchaus) einschichtig, im ersten Falle die einschichtigen Strecken den mehrschichtigen einseitig oder beiderseits angesetzt. Höhe der ganz oder teilweise mehrschichtigen Markstrahlen 0,21—0,60 mm, der mitunter nur zweistöckigen, einschichtigen meist 0,19—0,40 mm. Markstrahlzellen ziemlich dickwandig, in den mehrschichtigen Teilen kleiner, rundlich bis elliptisch, 0,008—0,016 mm hoch (innerer Durchmesser) und 0,008—0,010 mm breit, in den einschichtigen Markstrahlen und den einschichtigen Strecken mehrschichtiger, größer, meist 0,036—0,060 mm hoch und 0,008—0,020 mm breit. Markstrahlendzellen bis 0,088 mm hoch und meist nur 0,008 mm breit. Der Radialschnitt zeigt die Markstrahlzellen liegend bis quadratisch, an den Markstrahlkanten aufrecht (bis achtmal höher als breit), auf den Tangentialwänden am reich-

lichsten getüpfelt. Im Innern wie in den Wänden der Zellen und Gefäße keinerlei Kernstoffe, daher auch keine Schwärzung durch Eisenchlorid.

Beschaffenheit: Mittelschwer, mäßig hart, angeblich sehr zäh, schwer aber nicht glattspaltig. Sargent (122) bezeichnet das Holz als schwer und weich.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,6383 [nach Sargent (122)].

Inhaltsstoffe: Kein Gerbstoffgehalt. Alkohol wird durch das Holz nicht verfärbt, Wasser färbt sich gelblich.

Verwendung: Zu Radnaben, Radzähnen, Speichen, Pfeilern und Pfosten, Wasserleitungsröhren und zu kleineren Gebrauchsgegenständen, wie Holzschuhen usw. Das Wurzelholz liefert die in der Chirurgie gebrauchten »Tupelostifte«.

Bemerkungen: 1. Nach Sargent (122) ist das Holz von *Nyssa aquatica* Marsh. (*N. uniflora* Wangenh.) leicht und schwerspaltig und mit einem spez. Lufttrockengewicht von 0,5193.

2. Das Wurzelholz, aus dem die »Tupelostifte« gefertigt werden, besteht aus sehr dünnwandigen und weitlumigen Formelementen, nimmt, in Wasser gelegt, unter schwacher Quellung beträchtliche Wassermengen auf, wird dabei sehr weich, läßt sich wie ein Schwamm auspressen und hierauf, in noch halbfeuchtem Zustand, in jede beliebige Form bringen. Wird das Holz jetzt stark zusammengepreßt und trocknen gelassen, so verliert es sehr an Volumen, quillt aber nun, wieder befeuchtet, sehr stark auf.

157. Holz der Kornelkirsche.

Stammpflanze und Familie: *Cornus mas.* L. — Cornaceae.

Nomenklatur: »Gelber Hartriegel«.

Heimat: Mittel- und Osteuropa und Asien.

Holzcharakteristik: (5, 118): Holz mit rötlichweißem Splint und scharf abgesetztem, tief rötlichbraunem Kern, mit undeutlichen Grenzen der Jahresringe. Im Querschnitt mit unkenntlichen Gefäßen und meist auch unkenntlichen Markstrahlen, jene unter der Lupe als helle Pünktchen zeigend (die im Frühholz der Jahresringe oft einfache Reihen bilden, sonst gleichmäßig zerstreut erscheinen). Im Längsschnitt kaum »nadelrissig«, glanzlos, auf der Radialfläche mit matten Querstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 118): Gefäße zahlreich, im Mittel etwa 68 je 1 qmm, meist einzeln, 0,025—0,10 mm weit, mit leiterförmig durchbrochenen Gliedern (an den schräggestellten Endflächen dieser bis 40, oft »gegabelte« Spangen), mit ziemlich spärlichen, kreisrunden, kleinporigen Hoftüpfeln, gegen Holzparenchym und Markstrahlen mit nur schwach oder kaum behöften, querelliptischen Tüpfeln, ohne Thyllen. Markstrahlen entweder einschichtig, meist 2—10 Zellen (0,09 bis 0,65 mm) hoch, oder in ihrem mittleren Teil zwei- bis dreischichtig, 0,24—0,80 mm hoch. Markstrahlzellen dickwandig; die Zellen der einschichtigen Strahlen und der einschichtigen Kanten beziehungsweise Strecken der mehrschichtigen 27—67 μ hoch und 5—10 μ breit; im Radialschnitt kurz, bis 5 mal höher als breit, auf den Tangentialwänden reichlichst getüpfelt; die Zellen der mehrschichtigen 5—21 μ weit, im Tangentialschnitt rund, im Radialschnitt länger. Dickwandige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, bis 22 μ breit. Holzparenchym vereinzelt an den Gefäßen und außerdem ziemlich reichlich in der Grundmasse zerstreut. Holzparenchymzellen bis 0,13 mm lang und meist nicht über 14 μ weit.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, dicht, sehr fest, äußerst schwerspaltig, stark schwindend, gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,88—1,03.

Inhaltsstoffe: Elemente des Kernholzes mit gebräunten Wänden. In vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms, sowie in Gefäßen brauner Inhalt.

Verwendung: Zu Drechslerwaren, Radkämmen, Schuhstiften usw. Das Holz liefert die als »Ziegenhainer« bekannten Spazierstöcke.

Bemerkung: Über die Nutzhölzer der *Cornaceae* siehe auch Dallimore (468, 483).

158. Holz des roten Hartriegels.

Stammpflanze und Familie: *Cornus sanguinea* L. — Cornaceae.

Heimat: Europa und Westasien.

Holzcharakteristik (5, 119):

Holz rötlichweiß, ohne gefärbten Kern, mit deutlichen, in den Spätholzzonen dunkleren Jahresringen, mit erst unter der Lupe kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen. Im Längsschnitt kaum nadelrissig, etwas glänzend, auf der Radialfläche mit feinen Jahresringgrenzen und rötlichen Querstreifchen (Markstrahlen).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 119): Dem Holz der »Kornelkirsche« sehr ähnlich (siehe Nr. 157), doch die mehrschichtigen Markstrahlen verhältnismäßig zahlreicher und bis zu 4 Zellen breit.

Beschaffenheit: Sehr hart, etwas weniger schwer und dicht als das Holz der Kornelkirsche, fest, zäh, äußerst schwerspaltig, stark schwindend.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,77—0,81.

Inhaltsstoffe: Gerbstoffhaltig.

Verwendung: Wie das Holz der Kornelkirsche (siehe Nr. 157).

159. Holz des Blumenhartriegels.

Stammpflanze und Familie: *Cornus florida* L. — Cornaceae.

Nomenklatur: »cornel«, »flowering dogwood«.

Heimat: Östliches Nordamerika.

Holzcharakteristik (5, 120; 6, 29; 12, 16): Dem Holz des »Roten Hartriegels« sehr ähnlich (siehe Nr. 158). Die Färbung geht mehr ins Bräunliche; die Markstrahlen sind deutlicher.

Anatomische Holzcharakteristik: Das Holz ist dem der vorstehend beschriebenen Hartriegelhölzer (s. Nr. 157, 158) entsprechend, aber ausgezeichnet durch die den Frühholzzonen der Jahresringe deutlicher entsprechende Anordnung der weiteren (bis 0,10 mm im Durchmesser haltenden) Gefäße und die ansehnlichen Ausmaße der mehrschichtigen, bis über 1 mm hohen und bis 0,09 mm breiten Markstrahlen.

Beschaffenheit: Hart, schwer, dicht, von feiner Struktur, schwer zu bearbeiten, sehr polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,845 (nach Sargent).

Verwendung: Vorzügliches Drechslerholz, zur Herstellung von Weberschiffchen, Webschützen usw.

Bemerkung: Stone (6, 29) gibt als Stammpflanze für »dogwood« auch *Cornus Nuttallii* Audub (*C. florida* Hook) an. Diese Art wächst im pazifischen Nordamerika. Sie wird oft mit dem ostamerikanischen »Blumen-Hartriegel« verwechselt (122).

160. Holz der Baumheide.

Stammpflanze und Familie: *Erica arborea* L. — Ericaceae.

Nomenklatur: »bruyère«, »briar wood«.

Heimat: Das ganze Mittelmeergebiet. Auf den Kanarischen Inseln bildet die Baumheide bis 20 m hohe Bäume.

a) Das Holz der meist reichgemaserten, in kleinen, kantig zugeschnittenen Stücken in den Handel gelangenden Wurzelstöcke.

Holzcharakteristik (5, 121): Holz auf frischen Schnittflächen licht rötlichbraun oder hell fleischfarben, an der Luft tief rotbraun nachdunkelnd; für das freie Auge oft nahezu strukturlos, mit unkenntlichen Gefäßen und nur auf Querschnittsflächen erkennbaren Markstrahlen. Unter der Lupe die Gefäße als äußerst feine Poren bzw. Rinnen. Die Markstrahlen erscheinen auf Tangentialflächen als helle oder dunkle, rötliche, spindelförmige Streifchen, die infolge der Maserung gekrümmt und in Wellenlinien geordnet erscheinen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 121): Gefäße einzeln, nur 0,019—0,05 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und winzigen Hoftüpfeln; zuweilen auch mit dünnwandigen Thyllen. Markstrahlen entweder mehrschichtig, 3—6 Zellen (bis 0,08 mm und darüber) breit und 0,17 bis 0,60 mm hoch, im Tangentialschnitt an ihren Enden mit meist gestreckten, bis über 50 μ hohen, sonst mit rundlichen, 11—27 μ hohen Zellen, oder einschichtig, von geringer Höhe und mit im Tangentialschnitt meist gestreckten, von denen des reichlich vorhandenen Holzparenchyms oft schwer zu unterscheidenden Zellen. Holzparenchym neben den Gefäßen und in zahlreichen, mehr oder weniger regelmäßigen Querbändern in der Grundmasse. Letztere besteht aus ziemlich dickwandigen, bis 21 μ breiten, sehr klein getüpfelten Fasern (Tracheiden).

Beschaffenheit: Hart, mittelschwer, nicht spaltbar.

Inhaltsstoffe: Wände der Elemente gebräunt, ebenso der Inhalt der Markstrahlzellen und des Holzparenchyms, jener in manchen Zellen, gleich dem Inhalt einzelner Gefäße, auch von tieferer, lebhaft brauner Färbung. Alle Parenchymzellen enthalten ein stark lichtbrechendes Klümpchen (Zellkern?) neben kleineren, Lösungsmitteln gleich jenem widerstehenden und mit ihm durch Ätzkali geröteten Körnchen oder Tröpfchen. Außerdem bläut sich der Inhalt dieser Zellen mit Jodlösung auch dann, wenn geformte Stärke darin vorher nicht wahrzunehmen war (Saponarin?).

Verwendung: Dient zu Schnitz- und Dreharbeiten, hauptsächlich zur Herstellung von Tabakspfeifen (»Matrosenpfeifen«). Das Holz liefert auch eine sehr geschätzte Schmiedekohle.

b) Das Holz des Stammes der Baumheide.

Holzcharakteristik (5, 121): Splint rötlichweiß, Kern hell braunrot, nachdunkelnd. Im Querschnitt deutliche Jahresringe und Markstrahlen, im radialen Längsschnitt die letzteren als auffällige Querstreifchen bzw. Fleckchen, denen auf der Tangentialfläche eine feine Längsstrichelung entspricht.

Anatomische Holzcharakteristik: Die Gefäße nur 0,025 bis 0,062 mm weit. Die mehrschichtigen Markstrahlen 3—6 Zellen (bis 0,08 mm) breit und bis 0,60 mm hoch, die einschichtigen, meist 1—6 Zellen hohen, sehr zahlreich, vom reichlich vorhandenen Holzparenchym oft schwer zu unterscheiden. Bei den Markstrahlzellen übertrifft, wie bei den Kantenzellen der mehrschichtigen Markstrahlen, die (bis 55 μ betragende) Höhe oft mehrmals den radialen Durchmesser. Anordnung des Holzparenchyms und der Grundmasse wie im Wurzelholz (siehe a), doch die Fasern der letzteren etwas dickwandiger als dort, auch reichlicher getüpfelt. Thyllenbildungen und Färbung der Wände und des Inhaltes der Parenchymzellen und Gefäße wie im Wurzelholz.

Inhaltsstoffe: Vorhandenes Stärkemehl erscheint in wohl ausgebildeten, ansehnlichen, runden Körnern. Die im Parenchym des Wurzelholzes zu beobachtenden Ballen, Körnchen und Tröpfchen treten zurück oder fehlen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,9—1,0.

Beschaffenheit: Hart, sehr schwer, sehr dicht, stark schwindend und sich werfend, meist nur als Brennholz und in Südeuropa, besonders in Dalmatien (173), zu Rebpfählen benutzt.

Bemerkung: Deutschland führte an Erikaholz im Jahre 1925 = 10 187 dz; im Jahre 1926 = 7436 dz ein, und 1925 1710 dz; 1926 = 485 dz aus.

161. Njabiholz.

Stammpflanze und Familie: *Mimusops djave* (Laness) Engl. — Sapotaceae.

Nomenklatur: »Afrikanisches Birnenholz z. T.«, »Kongo-Mahagoni«, »Numugu«, »African pearwood«.

Heimat: Bis 55 m hoher und bis 2 m dick werdender Baum Trop.-Westafrikas (Kamerun, Gabun, Nigerien, Goldküste). (9, 15; 10, 20: 11, 4).

Holzcharakteristik (5, 122): Holz trüb rotbraun bis rötlichgrau. Gefäße auf der Hirnfläche eben noch kenntlich, häufig durch helle, z. T. kreideweiße Pünktchen bezeichnet, ziemlich gleichmäßig verteilt. [Diese gleichmäßige Verteilung der Gefäße spricht, angesichts des abweichenden Lupenbildes der Hirnfläche des »Njabiholzes« bei Jentsch (10, 20) gegen die »Echtheit« der untersuchten Holzprobe.] Markstrahlen sehr fein, erst mit der Lupe sichtbar. Helle Querlinien fehlen. (Auch dieser Mangel erweckt Bedenken gegen die Identität dieses Holzes mit dem von den genannten Autoren unter »Njabiholz« gemeinten, in welchem zarte Holzparenchymlinien die Markstrahlen kreuzen sollen.) Holzlängsschnitt fein nadelrissig, von mäßigem Glanz, einzelne Gefäßfurchen weiß ausgefüllt, in anderen unter der Lupe rötliche, glänzende Klümpchen; durch die Markstrahlen auf der Radialfläche fein querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 122): Gefäße etwa 5 auf 1 qmm, meist einzeln, 0,14—0,23 mm weit,

mit leiterförmiger Durchbrechung der Querwände. Spangen meist 7—12, bis 0,008 mm und breiter, vor dem Ansatze an die Längswand oft gegabelt, um 0,012 bis 0,020 mm voneinander entfernt. Gefäßtüpfel rundlich, 0,008—0,012 mm breit, mit querspaltförmiger, oft nur kurzer Pore, häufig in Längsreihen und einander nicht berührend, gegen Markstrahl- oder Holzparenchymzellen nicht abgeändert, deren Tüpfel dann in Form und Größe jenen entsprechend. Dickwandige englumige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, diese von gleichmäßig rundlicher oder querelliptischer und in letzterem Falle oft etwas abgeplatteter Form des Querschnittes, regelmäßig radial gereiht, mit deutlichen Hoftüpfeln. Holzparenchym zahlreich, in der Grundmasse zerstreut, nur da und dort kurze Querreihen bildend, auch an Gefäße herantretend, welche im übrigen teils von Markstrahlen berührt, teils von Fasertracheiden umgeben werden. Markstrahlen sehr zahlreich (bis 26 auf 2 mm Querschnittsbreite), im Tangentialschnitt einschichtig und zwei- bis dreischichtig, meist streckenweise beides, die einschichtigen bis 17 stöckig, manche auch nur ein- bis zweistöckig, 0,06—1 mm und darüber hoch. Bei ein- und mehrschichtigen Markstrahlen erscheinen die einschichtigen Strecken den mehrschichtigen einseitig angesetzt oder als Verbindungen zwischen mehrschichtigen. Auf solche Weise können manche Markstrahlen aus mehreren, je 2—4 einschichtigen und mehrschichtigen bestehen und beträchtliche Höhe, wie 1,30—1,75 mm, erreichen. Mehrschichtige Markstrahlen werden meist 0,50 mm hoch. Markstrahlzellen der einschichtigen Strahlen und der einschichtigen Strecken mehrschichtiger, sowie an den Markstrahlkanten im Tangentialschnitt vorwiegend gestreckt, oft fast vierseitig, die der Kanten dreiseitig zugeschärft, 0,040—0,14 mm hoch und 0,008—0,024 mm breit, in den mehrschichtigen Markstrahlen und Anteilen mehr rundlich, kleiner, meist nur 0,008 bis 0,020 mm hoch bzw. breit. Diese Markstrahlzellen im Radialschnitt liegend, die übrigen quadratisch bis aufrecht und dann zwei- bis fünfmal höher als breit; alle derbwandig, auf den Tangentialwänden am reichlichsten getüpfelt. Holzparenchym mit Kristallkammern.

Beschaffenheit: Ziemlich lang-, fein- und glattfaserig, ziemlich schwer, hart und biegsam, uneben spaltend. Das Holz schneidet, hobelt sich, dreht und leimt sich gut, ist schwer, aber gut zu polieren. Maserung wie nicht gestreiftes Mahagoni. Das Holz trocknet sehr langsam.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,84—0,91 (nach Büsgen und Appel).

Inhaltsstoffe: In Markstrahlen und Holzparenchymzellen lebhaft rotbrauner Inhalt, welcher die Zellen gleichmäßig erfüllt oder von ungleich großen und zahlreichen blasenförmigen Hohlräumen durchsetzt ist (dies namentlich in den Markstrahlen). Eisenchlorid schwärzt den Inhalt tief. In den Gefäßen stellenweise hellere rötliche, harzartige Abscheidungen, die sich in Alkohol vollständig oder mit Hinterlassung eines zarten Häutchens lösen. Die weißen Ausfüllungen mancher Gefäße scheinen aus einer ähnlichen, aber farblosen, in größeren Klümpchen und kleineren Bruchstücken angesammelten Substanz zu bestehen. Diese Klümpchen hinterlassen bei der Auflösung in Alkohol gleichfalls zarte Häutchen, die sich mit Chlorzinkjod nur schwach röten, mit Eisenchlorid etwas schwärzen und der Gefäßwand anzuhaften scheinen. Es ist möglich, daß es sich um sehr dünnwandige Thyllen als Orte der Ablagerung jenes Stoffes handelt. Eisenchlorid färbt die Substanz auch bei Alkoholgegenwart nicht, verhindert ebensowenig ihre Lösung.

Wasser bleibt durch das Holz unverändert, Alkohol färbt sich gelblichrötlich und wird durch nachfolgenden Zusatz von Eisenchlorid geschwärzt.

Verwendung: Ausgezeichnetes Werkholz. In gemaserten Partien wertvolles Furnierholz. Wegen seiner Schwere für Möbel weniger geeignet, vielfach zu Innendekorationen, Schiffsbrücken und Eisenbahnwaggons verarbeitet.

Bemerkung: 1. Das Holz ähnelt in der Farbe dem des »Afrikanischen Birnbaumholzes« (siehe Nr. 162) und hat infolge der angeschnittenen Poren einen seidenartigen Flimmer.

2. Die bei Jentsch (10, 20) zusam-

mengestellten Mitteilungen über das »Njabiholz« geben von dessen Beschaffenheit ein etwas schwankendes Bild, stimmen aber in der Bewertung dieses Holzes als eines erstklassigen Materials für die verschiedensten Zwecke überein, finden es mahagoniähnlich, auch an das surinamische »Bulletree« erinnernd. [Stone (6, 30) führt *Mimusops globosa* Gaertn., Westindien, als Stammpflanze eines »Bulletwood« an, bringt auch ein Lupenbild der Hirnfläche, in dem radial gereihte Gefäße, feine Markstrahlen und eine zierliche Querstreifung sehr deutlich sind.] Beides trifft für die oben als zweifelhaftes »Njabiholz« beschriebene Probe nicht oder kaum zu; diese zeigt nur im Mikroskop insofern eine gewisse Übereinstimmung mit »Bulle tree«, als auch hier die Grundmasse aus dick- und hellwandigen Fasern besteht, zu denen Markstrahlen und Holzparenchym durch ihren lebhaft rotbraunen Inhalt in sehr auffälligen Gegensatz treten. Im übrigen ist die Anatomie beider Hölzer verschieden.

3. Bei Jentsch (10, 20) wird übrigens auch das schwere und harte, dem obigen Holze ganz unähnliche »Wuláholz« von *Coula edulis* Baill. zum Vergleich herangezogen.

162. Afrikanisches Birnholz.

Unter diesem Namen laufen verschiedene afrikanische Holzsorten. So wird z. B. das »Njabiholz« (siehe Nr. 161), auch das Holz von *Coula edulis* (17, 10) unter diesem Namen gehandelt. Echte Birnbäume oder Apfelfrüchtler kommen nicht in Frage. Wieweit eine *Mimusops*-Art als Stammpflanze in Betracht kommt, ist vorläufig nicht zu erörtern.

Wilhelm (5, 123) beschreibt eingehend ein »Afrikanisches Birnholz« nach einer dem Wiener Markte gelieferten Holzprobe, die sich im Bau z. T. mit dem »Njabiholz« deckt und sich durch auffallend schöne Musterung der Längsschnittflächen auszeichnet (Abb. 120).

Das von Wilhelm untersuchte Holzmuster hat folgende Charakteristik:

Holzcharakteristik (5, 123): Holz hell rötlichbraun, bis fleischfarben. Gefäße auf der Hirnfläche eben noch kenntlich, nicht gleichmäßig verteilt, sondern, wie die Lupe zeigt, vorwiegend in radiale und schräge Reihen geordnet oder in Gruppen zusammengestellt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 123): Gefäße 12—14 auf 1 qmm, 0,08—0,21 mm weit, meist in radialen oder schrägen Reihen oder in Gruppen und hierbei teils unmittelbar benachbart oder durch nur schmale Schich-

Abb. 120.
Gemustertes Afrikanisches Birnholz. Stück eines unbearbeiteten Furnierblattes in $^4/_5$ nat. Gr.

ten der Grundmasse getrennt. Hoftüpfel der Gefäße oft dicht nebeneinander, eckigrund, bis 0,004 mm breit, mit querspaltförmiger Pore, auch gegen große getüpfelte Markstrahlzellen meist nicht abgeändert. In den Gefäßen hier und dort weite, dünnwandige Thyllen. Dickwandige, meist weitlumige Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, von ungleicher Form und Größe des Querschnitts, radial gereiht, stellenweise mit gleichmäßig verkürztem radialen Durchmesser, oder regellos gelagert. Tüpfelung der Fasern spärlich und wenig bemerkbar. Dünnwandiges Holzparenchym, dessen Zellen im Querschnitt meist größer sind als die Fasern, bildet ein- bis drei-, am häufigsten zweischichtige Querzonen (etwa 10—12 auf 2 mm). Diese sind teils ununterbrochen, teils kurz, meist von Ge-

fäßen seitlich ausgehend und endigen blind in der Grundmasse. Holzparenchymzellen oft kurz, manche nur 0,044 mm hoch, zu den Gefäßen hin ähnlich wie die Markstrahlzellen getüpfelt. Markstrahlen zahlreich, bis 20 und mehr auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt einschichtig oder zwei- bis dreischichtig, oft beides, indem mehrschichtigen Teilen einschichtige angesetzt erscheinen oder solche zwei bis drei mehrschichtige untereinander verbinden. Derart gebaute Markstrahlen bis 1,40 mm hoch, die mehrschichtigen 0,31—0,50 mm, die einschichtigen bis 12-, manche auch ein- bis zweistöckig. Zellen einschichtiger Markstrahlen und der einschichtigen Strecken mehrschichtiger, sowie die Kantenzellen im Tangentialschnitt rundlich bis vier- bzw. dreiseitig, 0,032—0,080 mm hoch und 0,012—0,032 mm breit, die mehrschichtigen Markstrahlen und Markstrahlanteile meist rundlich und nur 0,012 bis 0,024 mm hoch, 0,008—0,020 mm breit, alle derbwandig, im Radialschnitt liegend bis quadratisch und an den Kanten aufrecht (bis dreimal höher als breit). Reichliche Tüpfelung der Markstrahltangentialwände; gegen Gefäße mit oft auffällig großen, ungleich geordneten rundlichen bis elliptischen Tüpfeln, so namentlich an den Markstrahlkanten.

Beschaffenheit: Wertvolles, gut zu bearbeitendes Holz, von dem Mahagoniholz ähnlicher Beschaffenheit. Es nimmt eine schöne Politur an.

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms lebhaft gelber, bis rötlichbrauner, in Alkohol unlöslicher Inhalt, dieser meist als ungleich starker Wandbelag, einen weiten, blasenförmigen Hohlraum oder mehrere solcher umschließend. Eisenchlorid färbt den Kernstoff tiefschwarz und schwärzt in geringerem Grade auch die Wände der Zellen und Gefäße.

Verwendung: Hochwertiges Nutzholz, welches besonders in gemusterten Stücken für Möbeltischlerei, Türfüllungen usw. als Furnierholz gesucht ist. Das Holz ist ein guter Mahagoniersatz.

Bemerkung: 1. Das »Mbondoholz« (siehe IV Nr. 18) wird vielfach auch als »Afrikanisches Birnholz« bezeichnet.

2. Vom Mahagoni unterscheidet sich das Birnholz besonders durch die engen Gefäße, vom »Bulle tree« durch die hellere Färbung, das geringere Gewicht, die weniger dickwandigen Fasern, die meist zweischichtigen Querzonen des Holzparenchyms und die seltenere Thyllenbildung.

163. Ebenhölzer.

Der Name »Ebenholz« (im Griechischen: ἔβενος) ist verschiedenen schwarzbraunen bis schwarzen Hölzern gegeben worden, die sich durch beträchtliche Härte und Schwere auszeichnen, ein möglichst dichtes Gefüge besitzen und eine schöne Politur annehmen. Daneben unterscheidet man noch »grünes, rotes und weißes Ebenholz«. Das »weiße Ebenholz« hat seinen Namen von dem inselartigen Auftreten des schwarzen Kernes im hellen Splint, wodurch Schnittflächen ein gefleckes Aussehen erhalten (6). Unter den vielen Pflanzenarten, die sog. »Ebenholz« liefern, nehmen altweltliche, insbesondere dem indisch-malaiischen Florengebiete angehörende Vertreter der Ebenaceengattung: *Diospyros* Dalechamp die erste Stelle ein. Die von ihnen herrührenden, nicht gleichwertigen Hölzer führen im Handel je nach ihrer Herkunft verschiedene Namen (5, 124; 21, 4; 33, 2).

I. Allgemeine Holzcharakteristik der schwarzen Diospyros-Ebenhölzer (5, 124): Holz schwarzbraun, mit helleren und dunkleren Zonen, oder gleichmäßig und tiefschwarz, für das freie Auge in letzterem Falle oft nahezu strukturlos, im ersteren, wenigstens an den helleren Stellen, im Querschnitt mit sehr feinen Poren, im Längsschnitt fein nadelrissig, auf der Radialfläche querstreifig. Unter der Lupe zeigen sich in allen Fällen im Querschnitt die Gefäße als feine, nicht sehr zahlreiche Poren und die Markstrahlen als äußerst zarte, zuweilen durch Kalziumoxalatkristalle weiß punktierte »perlschnurartige« Linien; die letzteren kreuzende, gleich feine Wellenlinien sind mitunter nicht deutlich wahrnehmbar. In Längsschnitten erscheinen unter der Lupe die Gefäße mit schwarzem, glänzenden Inhalt gefüllt. Auf Radialflächen werden die Markstrahlen und ihr Gefüge deutlich, außerdem bei günstiger Beleuchtung feine, den Gefäßen parallele Längsstreifen

in nahezu gleichen Abständen; weiße Pünktchen in den Markstrahlen sowie in jenen Streifen können vorhanden sein oder fehlen.

II. Allgemeine anatomische Holzcharakteristik der schwarzen Diospyros-Ebenhölzer (5, 124; 174; 315): Gefäße 14—24 je 1 qmm, 0,05—0,18 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—8 radial gereiht (dann oft von sehr ungleicher Weite), mit einfach durchbrochenen Gliedern, mehr oder weniger dickwandig und mit kleinen, 1,5 bis höchstens 8 μ breiten, die Längswände dicht bedeckenden, rundlichen oder einander abflachenden, gegen Markstrahlen und Holzparenchym unveränderten, querelliptische Poren besitzenden Hoftüpfeln. (Nach Molisch kommen auch mitunter gefäßähnliche Tracheiden vor.) Markstrahlen zahlreich, 12—19 auf 1 mm Querschnittsbreite, zerstreut, entweder einschichtig, oder zwei- bis dreischichtig oder beiderlei. Letztere in der Mehrzahl, 0,12—1,00 mm und darüber hoch, oft reich an großen Kristallen von Kalziumoxalat. Markstrahlzellen 12—80 μ hoch und 8—27 μ breit, wobei die größeren und größten Werte im allgemeinen auf die einschichtigen Markstrahlen und die Kantenzellen dieser sowie der mehrschichtigen entfallen. Die Kantenzellen meist von kurzem radialen Durchmesser, im Radialschnitt höher als breit. Holzparenchym reichlich, einzeln an den Gefäßen und in zahlreichen, mehr oder minder regelmäßigen, einschichtigen Querzonen, diese um 0,9—0,25 mm voneinander entfernt. Diese Parenchymzonen bewirken die oben erwähnte höchst feine, selbst unter der Lupe nicht immer deutliche wellige Zeichnung der Querschnittfläche und die feine Längsstreifung im Radialschnitt. Kristallkammern häufig. Dickwandige Fasern bilden die Grundmasse, bis 27 μ breit, in regelmäßigen Radialreihen, mit zahlreichen kleinen Tüpfeln. Diese, an der Mittellamelle kreisrund, durchsetzen die Wand als von außen nach innen (gegen den Lichtraum der Faser), verlängerte und gleichzeitig verengte, schiefgestellte Spalten.

III. Allgemeine Beschaffenheit usw. der schwarzen Diospyros-Ebenhölzer. Härte ungleich; spez. Gewicht meist höher als das des Wassers (für den lufttrockenen Zustand 1,187—1,33); Spaltbarkeit meist ziemlich vollkommen. Spaltflächen etwas spiegelnd. Elastizität gering, Dauer sehr groß. Die Größe des Schwindens beträgt für Langholz: 0,010 %, für Querholz in der Richtung des Spiegels: 2,13 %, in Richtung der Jahresringe: 4,0 %. Einheimische Ebenholzhändler gebrauchen künstliche Mittel, um eine gleichmäßig schwarze Färbung des Holzes zu erzielen. In Europa werden ganze oder zu Brettern geschnittene Stämme von Buchsbaum oder Birne zur Imitation gebeizt. Dieses künstliche Ebenholz ist gewöhnlich leichter als das echte, die Färbung häufig auch nur oberflächlich. Auf den Philippinen sollen das »Gamagon«, »Bolongeta« und andere gestreifte Ebenhölzer dadurch gleichmäßig schwarze Farbe erhalten, daß die Hölzer einige Monate im salzigen Schlamme der Mangrove eingebettet und wohl durch Humussäuren geschwärzt werden.

IV. Inhaltsstoffe der schwarzen Diospyros-Ebenhölzer. Tiefbrauner Inhalt, entweder gleichmäßig schwarzbraun, alle Elemente und die Tüpfelkanäle der helleren Wände, sowie die engen Zwischenzellräume an bzw. in den Markstrahlen erfüllend, oder in einzelnen Gefäßen auch heller braun bis gelblich, in den Markstrahlen und im Holzparenchym heller und lebhafter braun bis rötlich. Der Inhalt wird mitunter schon von kalter Kalilauge mehr oder weniger angegriffen, ist im allgemeinen aber, namentlich in den Gefäßen und Fasern, gegen Lösungsmittel aller Art sehr widerstandsfähig. Nach Praël (28, 5) handelt es sich hauptsächlich bei der Ausfüllung der Gefäße und Fasern um sehr dunkel gefärbte, gummiartige Körper (»Schutzgummi«). Nach Molisch (174), der diesen Fragen zuerst näher getreten war, und die Entstehung von Gummi in den Gefäßen des Splintes der Ebenhölzer entdeckt hatte, sollen bei der Färbung Humussubstanzen eine Rolle spielen. Die Ansicht (175), daß der in Kalilauge unlösliche Teil dieser Kernstoffe als Kohle anzusprechen sei, dürfte nicht zutreffen. Arbeiten von Dafert und Miklauz (176)

haben gezeigt, daß im Ebenholz die von T. F. Hanausek in Hochblättern und Fruchtschalen vieler Kompositen entdeckte, sehr kohlenstoffreiche Substanz »Phytomelan« nicht vorhanden sei. Hierbei ist es jedoch, wie Molisch in seiner »Mikrochemie der Pflanze«, S. 321, sehr richtig bemerkt, die Frage, ob man ... zwischen dem »Wundgummi«, d. h. der Grundmasse des Inhaltsstoffes, in den ... Elementen des Ebenholzes und dem darin eingebetteten schwarzen Farbstoff unterschieden hat. Man wird den Farbstoff für sich untersuchen müssen, wenn man über seine Natur ins Klare kommen will. Wände der Elemente, insbesondere der Fasern und der Gefäße, mehr oder weniger gebräunt, die Mittellamellen oft durchweg tiefbraun. Die Asche der Ebenhölzer (174) besteht wegen des Reichtums an Kalziumoxalat oft fast ganz aus Kalkkristallen. Bei unvollständiger Verbrennung sind die Gefäße als schwarze, mit großen Löchern versehene Schläuche noch enthalten. Durch diese Eigentümlichkeiten können echte Ebenhölzer erkannt werden.

V. Allgemeine Verwendung des schwarzen Diospyros-Ebenholzes. Wertvollste Kunsthölzer für Intarsien, Klaviaturen, Pfeifen, feinere Drechslerwaren, Kunsttischlerei, Stockindustrie, Eßbestecke, Handgriffe, Türdrücker, Nippsachen, Schmucktische usw.

VI. Geschichtliches und Statistik. Das Ebenholz war bereits im Altertum hochgeschätzt und nach Herodot (um 450 n. Chr.) sandten die Aetiopier alle drei Jahre einen Tribut von 200 Ebenholzblöcken nach Persien.

Afrika liefert die bei weitem größte Menge des in Deutschland verbrauchten Ebenholzes. Die Haupthandelshäfen Deutschlands sind Hamburg und Bremen, wo alle gangbaren Sorten gehandelt werden. »Makassar« wird viel in Holland, andere Sorten auch in England und Frankreich gekauft. Der jährliche Bedarf Deutschlands an Ebenholz beläuft sich nach Wiehe auf 5000 t, wovon der größere Teil über Hamburg geht. — Nach einem Geschäftsbericht der Firma J. F. Müller & Sohn, A.-G., Hamburg, von Ende Dezember 1921 betrug die Zufuhr an:

Madagaskar-Ebenholz:	1169	Blockstücke	=	92 t
Westafrika- „	26799	„	=	492 t
Ceylon- „	30	„	=	16 t
Makassar- „	845	„	=	187 t

Die westafrikanischen Zufuhren kommen meist aus Kamerun, Spanisch-Guinea und Gabun.

VII. Die hauptsächlichsten Handelssorten und »Ebenholz« liefernden Arten. Wilhelm (5, 124) gruppiert die von ihm untersuchten Ebenhölzer nach folgenden Gesichtspunkten:

A. Holz gleichmäßig und tiefschwarz, kalte Kalilauge nicht oder nur gelblich färbend, ohne daß in letzterem Falle eine merkliche Lösung von Kernstoff stattfände.

1. Bombay-Ebenholz.
2. Madagaskar-Ebenholz.

B. Holz nur zum Teil schwarz, im übrigen mitunter überwiegend braun gefärbt. Markstrahlen fast sämtlich einschichtig. Der Inhalt der meisten Markstrahlen und Holzparenchymzellen wird durch Eisenchlorid geschwärzt.

a) Kristalle nur in den Markstrahlen.

3. Makassar- oder Mangkassar-Ebenholz.

b) Kristalle vorwiegend oder ausschließlich im Holzparenchym.

4. Ceylon-Ebenholz.
5. Coromandel- oder Calamander-Ebenholz.

Da weitere Untersuchungen über die Ebenhölzer darauf hinweisen, daß obige Einteilungsmerkmale nicht konstant sind, sei die Einteilung hier nur wiedergegeben.

Gamble (41) klassifiziert die Ebenhölzer der Diospyros-Arten wie folgt:

1. Kernholz ganz schwarz oder nur schwach gestreift.

Diosp. assimilis; D. Ebenum; D. melanoxylon; D. tomentosum.

2. Kernholz regelmäßig schwarz und braun oder grau gestreift.

D. Gardneri; D. insignis; D. Kurzii; D. oocarpa; D. oppositifolia; D. quaesita; D. Twaitesii; D. undulata.

3. Kernholz sehr schmal, hauptsächlich schwarze Streifen in bräunlichgrauem oder grauem Holze.

D. ehretioides; D. embryopteris; D. foliolosa; D. humilis; D. kaki; D. microphylla; D. ovalifolia; D. sylvatica; D. tupru.

4. Kernholz nicht vorhanden; Holz rot, weiß, grau oder gelblich.

D. Candolleana; D. crumenata; D. chloroxylon; D. foliolosa; D. lotus; D. martabanica; D. montana; D. nilagirica; D. pyrrhocarpa; D. toposia.

Auch diese Einteilung läßt sich, obwohl sie für eine allgemeine erste Orientierung gute Dienste leistet, nicht durchführen, da das Holz gleicher Arten, wohl infolge von Standortsbedingungen, sowohl pechschwarz, wie bräunlichschwarz und auch gestreift, mitunter sogar hell gestreift, sein kann.

1. Lagos-, Gabun-, Old Calabar-, Kamerun- (Verschiffungshäfen Rio del Rey, Duala), Kap Lopez-, Ogowe-, Burutu- (Verschiffungshafen Nigeria), Niger- oder Afrikanisches Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros atropurpurea* Gürke.

Nomenklatur: »brown ebony«, »Igedudu«, »Epindepinde«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum des tropischen Westafrika (Nigerien, Kamerun).

Holzcharakteristik: Siehe Allgemeine Holzcharakteristik. Ferner: Kernholz gewöhnlich braun mit schwarzen Streifen, ähnlich schwarzem Marmor geadert oder dem »Indian blackwood« ähnlich. Häufig stark von einem Holzkäfer zerfressen.

Stammpflanze: *Diospyros dendo* Welw.

Nomenklatur: »Afrikanisches Ebenholz«, »Cross river ebony«.

Heimat: Mittelgroßer Baum des tropischen Westafrika (Nigerien, Gabun, franz. Kongo, Angola, Kamerun).

Holzcharakteristik: Splintholz weiß, breit. Kernholz schwarz, häufig mit großen Bohrlöchern. Das Holz ist in Qualität, Farbe und Zustand sehr vom Herkunftsort abhängig. Infolgedessen werden im Handel folgende Sorten unterschieden (93):

1. Sorte: »Old Calabar«. Gutes, feinfasriges, schwarzes Holz, welches stark gefragt wird und kleinen Durchmesser neben geringer Länge besitzt. Das Gewicht der Stücke beträgt 16—20 kg. Meist zu Klaviaturen und Messergriffen benutzt.

2. Sorte: »Kamerun«. Tiefschwarz und von guter Qualität. Das Holz ist von größerer Dimension als »Old Calabar« und hat letztere Sorte auf dem Markte fast vollständig verdrängt.

3. Sorte: »Gabun«. Tiefschwarz. Früher war diese Sorte auf dem Liverpooler Markt in die drei Klassen »flats«, »billets« und »heavy« sortiert. Die »Flatklasse« bestand aus meist faulem Holze, wurde ausgelesen und zu Messergriffen verarbeitet. Die »Billetklasse« umfaßte das beste Holz mit guten Dimensionen; die »Heavyklasse« bestand aus großen, festen Stücken, die fester als »Flat« waren.

4. Sorte: »Ogowe«. Steht der Gabunsorte sehr nahe (siehe Nr. 3).

5. Sorte: »Kap Lopez«. Steht ebenfalls der Gabunsorte sehr nahe, hat jedoch eine mehr gräulich schwarze Farbe. Die Gefäßporen sind von sehr wechselnder Größe und gewöhnlich mit einem weißen Gummi gefüllt. Die Markstrahlen sind sehr dunkel und unter der Lupe kaum kenntlich. Das Holz duftet schwach aromatisch.

6. Sorte: »Burutu«. Grobes Holz von langer, unregelmäßiger Form. Ähnlich dem »Makassar«-Ebenholz (s. Nr. 163, 5).

7. Sorte: »Niger«. (In Amerika Sammelname für alle vorgenannten Sorten.) Gute Färbung, aber Neigung zu grauen Streifen.

Stammpflanze: *Diospyros evila* Pierre.

Nomenklatur: »Evila«, »Ebène«, »Tivila«, »Gabun-Ebenholz«.

Heimat: 20 m hoher Baum Gabuns.

Holzcharakteristik: Siehe Allgemeine Holzcharakteristik usw. Splint sehr breit, gelbrötlich. Das sehr harte Holz hat ein spez. Lufttrockengewicht von 1,206.

Stammpflanze: *Diospyros flavescens* Gürke.

Nomenklatur: »Gabun-Ebenholz«, »Ebène«, »Evila«.

Heimat: Bis 25 m hoher Baum Gabuns.

Holzcharakteristik: Kernholz schön schwarz, dicht, sehr hart. Splintholz gelbrötlich, sehr stark. Der mehr als 20 cm starke Kern liefert eines der schönsten Ebenhölzer des Handels.

Stammpflanze: *Diospyros mespiliformis* Hochst.

Nomenklatur: »Sansibar-Ebenholz«, »Joruba-Ebony«, »Kawraw«, »Monkey guava«.

Heimat: Meist bis 25 m, in seltenen Fällen auch bis 40 m hoher Baum des tropischen Afrika (vorm. Deutsch-Ostafrika, Mosambique, Togo, Nigerien, Kamerun, Goldküste).

Holzcharakteristik: Splintholz weißlich mit schwach rosa oder gelbrotem Schimmer, ziemlich feinkörnig, mit dichtem Gefüge, jedoch nicht allzu hart und schwer. Gut zu bearbeitendes, festes, elastisches Wagnerholz. Kernholz dunkelbraun bis schwarz bzw. grünschwarz; poliert sehr wirkungsvoll, jedoch nicht gleichmäßig tiefschwarz, sondern auf schwarzem Grunde mit tiefbraun geflammter Zeichnung. Das Kernholz ist eins der härtesten afrikanischen Hölzer, welches besonders bei großen Baumstücken etwas brüchig ist, sich gut hobelt und sägt, schwer nagelt, termitenbeständig ist und die Farbe gut hält.

Im übrigen siehe: Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Bemerkung: Unter dem Namen »Sansibar-Ebenholz« gelangt auch mehr oder weniger schwaches Kernholz anderer Bäume in den Handel, wie z. B. das rötlichschwarze Kernholz von *Dalbergia melanoxylon obra* (auch als »Senegal-Ebenholz« bezeichnet), das Holz von *Acacia*-Arten, das dunkelbraune, hellpunktierte Holz von *Dichrostachys nutans* und das Holz von *Piptadenia*-Arten, wie z. B. das außen rosenrote, innen dunkelrote, sehr schwere, harte und feinfasrige Holz von *Piptad. Buchananii* und *Piptad. Hildebrandtii*.

Stammpflanze: *Diospyros monbuttensis* Gürke.

Nomenklatur: »Walking-stick ebony«, »Yoruba ebony«, »Aggan-Egbo«.

Heimat: Kleiner Baum Westafrikas (Togo, Nigerien).

Holzcharakteristik: Das sehr harte und sehr feste, weißlichbraune Holz wird zu Spazierstöcken, Dachsparren, Keulen und Schaufeln verarbeitet.

Stammpflanze: *Diospyros suaveolens* Gürke.

Nomenklatur: »Benin ebony«, »Oohoo«.

Heimat: Bis 15 m hoher Baum Kameruns und Nigeriens.

Holzcharakteristik: Splintholz gelblich, Kernholz schwarz. Das harte, dauerhafte und termitensichere Holz wird lokal für Hausbedarf, Bögen und Axtstiele verwandt.

Stammpflanze: *Diospyros bipindensis* Gürke.

Nomenklatur: »South-Cameroun ebony«.

Heimat: 15 m hoher Baum Kameruns und Nigeriens. Nähere Angaben können zur Zeit nicht gemacht werden.

Stammpflanze: *Diospyros crassiflora.*

Nomenklatur: »Benin ebony«, »Aborkpor«.

Heimat: In kleinen Beständen auftretender Baum Nigeriens. Das Holz wird im Onitsha-Distrikte gefällt. Nähere Angaben fehlen.

Stammpflanze: *Diospyros spec.*

Nomenklatur: »Benin ebony«, »Owegbo«.

Heimat: Mittelgroßer Baum Nigeriens (Benin).

Holzcharakteristik: Splintholz weiß, sehr breit. Kernholz schwarz. Das Holz wird bisher nur lokal verwendet.

Stammpflanze: *Diospyros spec.*

Nomenklatur: »Benin ebony«, »Isanhiamne«.

Heimat: Nicht sehr großer aber häufiger Baum Nigeriens (Benin).

Holzcharakteristik: Kernholz braunschwarz. Diese Art liefert gutes Ebenholz, welches 1906 auf dem Liverpooler Markte als »Mahagoni« verkauft wurde (nach Unwin).

2. Madagaskar-Ebenholz.

(So genannt nach den Verschiffungshäfen Madagaskars: Minterano und Tamatave.)

Stammpflanzen: *Diospyros haplostylis* Boir.; *Diospyros microrhombus* Hiern.; *Diospyros Perrieri* Jum., auch »Lopinga-Holz« genannt.

Holzcharakteristik: Das gleichmäßig tiefschwarze Holz ist durch den schon unter der Lupe auffallend rötlichen, im Mikroskop mit erstarrtem Gummi ver-

gleichbaren Inhalt der Markstrahlzellen und des kristallreichen Holzparenchyms ausgezeichnet. Der Inhalt zeigt die Reaktionen des »Schutzgummis«: Entfärbung und Löslichkeit in Alkohol nach dem Erwärmen mit Kalziumchlorat und Salzsäure. In kristallführenden Zellen ist der organische Inhalt oft tief gebräunt. Dünne Schnitte bleiben nach Zusatz von Kalilauge bei gewöhnlicher Temperatur farblos; nach Erhitzen färbt sich die Kalilauge rötlich. Gefäße bis 0,13 mm weit, Markstrahlen häufig zwei- bis dreischichtig (wenigstens teilweise). In 1—2 m langen und 10—14 cm dicken Stämmen im Handel. Sehr geschätzt, besonders in der Möbeltischlerei. Im übrigen siehe: Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Bemerkung: Man unterscheidet unter dem von der Insel Madagaskar stammenden Ebenholz das »Tamatave-Ebenholz«, ein Sammelbegriff, unter dem alle Ebenholzarten zusammengefaßt werden, die von der Ostküste Madagaskars kommen, ferner das »Minterano-Ebenholz«, ein Sammelbegriff für die Ebenhölzer der Westküste der Insel.

3. Mauritius-Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros tesselaria* Poir.

Nomenklatur: »Schwarzes Mauritius-Ebenholz«.

Heimat: Mauritius.

Holzcharakteristik: Siehe Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Stammpflanze: *Diospyros rubra* Gärtn.

Nomenklatur: »Rotes Mauritius-Ebenholz«.

Heimat: Mauritius.

4. Indisches Ebenholz.

Im Handel meistens als »Bombay-, Ceylon- und Siam-Ebenholz« bezeichnet. Das »Bombay-Ebenholz« kommt in ähnlichen Ausmaßen wie »Ceylon-Ebenholz« in den Handel. [Über Ceylon-Ebenhölzer siehe auch Wright (178).]

Stammpflanze: *Diospyros melanoxylon* Roxb.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Calamander-Ebenholz z. T.«, »Coromandel-Ebenholz z. T.« (nach Semler) »Tendu«, »Tumi«, »Damadi«, »Balai«.

Heimat: Mittelgroßer bis großer Baum Südindiens.

Holzcharakteristik: Rötlich braunes Holz mit geringem, unregelmäßigem, schwarzem Kern. Nach Wilhelm (5, 124) ist das Holz für das freie Auge fast gleichmäßig dicht, auf der Hirnfläche unter der Lupe mit ungleich deutlichen, oft durch schwarzen glänzenden Inhalt verstopften Gefäßen und äußerst feinen, meist durch winzige weiße Pünktchen (Kristalle von Kalziumoxalat) bezeichneten Markstrahlen. In der Regel ist auch eine zarte, wellige Querstreifung wahrnehmbar. Längsschnitt nicht nadelrissig, unter der Lupe neben den Gefäßen die Markstrahlen als etwas spiegelnde Querstreifen, in diesen winzige weiße Pünktchen (Kristalle), solche auch in feinen parallelen Längsstreifchen, welche den Wellenlinien der Hirnfläche entsprechen. Auf Tangentialflächen bleiben die Markstrahlen auch bei Lupenbetrachtungen unsichtbar. Im Mikroskop durchaus braunschwarz. Gefäße bis 0,11 mm weit, mit einander abflachenden Hoftüpfeln. Markstrahlen fast ausnahmslos einschichtig; 0,18—4,0 mm hoch, mit 21—67 μ hohen und 18—27 μ breiten Zellen. Kalziumoxalatkristalle in letzteren häufig, im Holzparenchym spärlich. — Dünne Schnittchen färben Kalilauge gelblich. — Wohl das wertvollste und geschätzteste schwarze Ebenholz; die erwünschten Eigenschaften eines solchen in vollkommenstem Grade zeigend. Kommt in 2—6 m langen, bis 60 cm starken Blöcken nach Europa.

Bemerkungen: Das Lufttrockengewicht dieses Holzes beträgt nach Gamble 1199,2 kg je 1 cbm. Das Holz ist schwerer als das von *Diosp. tomentosa* Roxb. (siehe folgendes). Beide Arten sind schwer voneinander zu unterscheiden.

Stammpflanze: *Diospyros tomentosa* Roxb.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz«. »Ebenholz von Nordindien« (41), »Tendu«, »Abnus«, »Tibru«.

Heimat: Nördliches Indien, subhimalayisches Gebiet, Nepal, Bengalen.

Holzcharakteristik: Dunkelrötlich-braunes Holz mit unregelmäßigem

schwarze Kernholz; gelegentlich purpurrot oder braun gestreift (41). Gefäßporen spärlich, mittelgroß bis groß, häufig oval und gruppenweise, zuweilen zu 2—3 in kurzen radialen Bändern. Markstrahlen sehr fein und sehr zahlreich. Holzparenchymquerbänder sehr schwach.

Beschaffenheit: Das sehr harte Holz hat ein Lufttrockengewicht von 959,4 kg je 1 cbm.

Verwendung: Bisher fast nur in der Heimat verwandtes Holz für Spazierstöcke, Kämme, Bilderrahmen, auch zu Wagendeichseln und zu Bauten verarbeitet.

Stammpflanze: *Diospyros montana* Roxb.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Hirek«, »Tendu«, »Pattewar«, »Kossé-kuli«, »Goindu«.

Heimat: Kleiner bis mittelgroßer, sehr häufig auftretender Baum des größten Teiles Indiens, Burmas und Ceylons.

Holzcharakteristik: Holz grau, häufig gelb oder braun getont, mit schmalen dunkleren Streifen zur Mitte zu, jedoch kein reguläres Ebenholzkernholz. Das weiche bis mittelharte Holz hat kleine, in kurzen Radialreihen zu 1—4 zusammenstehende Gefäßporen und zahlreiche, kurze, feine Markstrahlen. Sein Lufttrockengewicht beträgt 751,5 kg je 1 cbm.

Bemerkung: Die mit »Bangab« oder »Tawbut« bezeichnete Varietät *cordifolia* der Art *Diosp. montana*, tritt im subhimalayischen Gebiete, Chittagong, Burma und Südindien auf und hat ein rötlich- oder gelblichweißes, mäßig hartes Holz mit kleinen, spärlichen, oft in kurzen Radialstreifchen stehenden Poren. Das Lufttrockengewicht beträgt: 719,5 bis 783,5 kg je 1 cbm.

Stammpflanze: *Diospyros peregrina* (Gaertn.) Gürke.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Gab«, »Kala-tendu«, »Tumil«, »Tumika«, »Timbiri«.

Heimat: Indien.

Holzcharakteristik: Weißes bis gelblich weißes, dichtfasriges Holz.

Stammpflanze: *Diospyros ramiflora* Roxb.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Uri gab«, »Gulal«.

Heimat: Indien (Khasia-Berge und östliches Bengalen).

Holzcharakteristik: Festes, hartes, dunkles Holz.

Stammpflanze: *Diospyros silvatica* Roxb.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Kanchia«, »Gata«, »Kaka-suroli".

Heimat: Mittelgroßer bis großer Baum der Waldungen Südindiens (Orissa, Circas, Konkan, Nord-Kanara) und Ceylon.

Holzcharakteristik: Graues, schwarzstreifiges, mittelhartes Holz mit unregelmäßigen, schwarzen Flecken in der Mitte, ohne wirkliches Kernholz.

Stammpflanze: *Diospyros tupru* Buch.

Nomenklatur: »Bombay-Ebenholz z. T.«, »Tuparada«, »Tartar«.

Heimat: Kleiner Baum der Westküste Indiens.

Holzcharakteristik: Rötlichgelbes, hartes Holz mit gelegentlich schwarzen Stücken und unregelmäßigen, schwachen, konzentrischen welligen Linien.

Stammpflanze: *Diospyros ebenaster* Retz.

Nomenklatur: »Ceylon-Ebenholz z. T.«, »Manila-Ebenholz z. T.«, »Acapulco«, »Cuernava« oder »Mexiko-Ebenholz« (nach Engler-Prantl), »Guayabota« [in Portorico (177)], »Zapote-negro«, »Zapote-prieto« [Mexiko (177)]. (Vergleiche auch Bemerkung.)

Heimat: Bis 9 m hoher Baum des Indischen Archipels, Vorder- und Hinterindiens und Mauritius. Ob der Baum auch im tropischen Amerika wächst (Portorico, Mexiko), ist noch zweifelhaft.

Holzcharakteristik: Nach Wilhelm (5, 124) überwiegt bei diesem Holz die schwarze Färbung, welche durch braune Streifen unterbrochen ist. Gefäße: 0,12—0,18 mm weit. Inhalt der Markstrahl- und Holzparenchymzellen meist lebhaft gelbbraun, in ersteren oft einseitig gelagert, in Kalilauge sich lösend. In 4—6 m langen und 15—40 cm dicken Stämmen im Handel. Durch Zähigkeit ausgezeichnet. Das Holz gehört zu der Gruppe der Ebenhölzer, welche im Holzparenchym vorwiegend oder ausschließlich Kristalle führen, im Längs-

schnitt schon mit freiem Auge nadelrissig sind und namentlich auf braunen Stellen der Querschnitte deutlich wellig gestreift sind.

Bemerkung: Nach Reko (Mexiko) stammt das tiefschwarze Kernholz des sog. »Ebano« Mexikos von *Caesalpinia mexicana* A. Gray, welches früher irrtümlich dem *Diospyr. ebenaster* Retz. zugeschrieben wurde, und in Mexiko nicht heimisch ist. Es ist sehr leicht möglich, daß das Holz von *Diospyr. ebenaster* erst nach Mexiko eingeführt wird und von dort wieder zur Ausfuhr gelangt. Eine Verwechslung der Hölzer beider Bäume ist auch deswegen möglich, weil die Holzdimensionen sich ungefähr gleichen. Andererseits ist das *Caesalpinia mexicana* Kernholz tiefschwarz und umfaßt ungefähr die Hälfte des Stammes, ist ungemein hart und schwer und nimmt durch Politur einen glasigen Hochglanz an. Es ist das schönste Edelholz Mexikos und führt an manchen Küstenorten den Namen »Cuayavillo«.

Stammpflanze: *Diospyros ebenum* König.

Nomenklatur: »Echtes Ceylon-Ebenholz« (siehe auch *Diospyros ebenaster* Retz.), »Ebans«, »Abnus«, »Kamerara«.

Heimat: Großer Baum Indiens (Dekkan, Carnatic, Cede), Ceylons, Sumatras, Celebes' und der Molukken. Verschiffungshafen: Colombo.

Holzcharakteristik: Siehe Allgemeine Holzcharakteristik usw. Splintholz grau, oft schwarz gestreift. Kernholz pechschwarz.

Beschaffenheit: Sehr hart, dicht und glattfasrig; sägt und hobelt sich gut und läßt sich schön polieren. Das Holz erfordert keine lange Trocknung, soll aber einige Jahre nach Entfernung des Splintes lufttrocken lagern.

Prüfung: Lufttrockengewicht für Splint und Kernholz durchschnittlich: 1127,252 kg je 1 cbm (nach Gamble); nur für Kernholz: 1183,215 kg je 1 cbm.

Verwendung: Wie Ebenholz im allgemeinen.

Bemerkungen: 1. Nach Angaben der Ceylon-Forst-Abteilung betrugen die Verkäufe in den letzten zehn Jahren durchschnittlich jährlich: 300 Tonnen, vor 1889: über 100 Tonnen, im Jahre 1881: 2600 Tonnen. Nach Semler (12, 17) soll das echte, tiefschwarze »Ceylon-Ebenholz« von *Diosp. ebenum* König recht selten geworden sein und es sollen statt dessen andere Arten der Gattung zur Verwertung gelangen.

2. Zuweilen wird das Holz so lange im Walde liegen gelassen, bis der Splint verrottet und abfällt. Derart gewonnenes Kernholz ist minderwertiger und poliert sich nicht so gut wie abgeschältes Kernholz.

3. Das Holz bildet das wichtigste Exportholz Ceylons für England, China und den übrigen Kontinent.

Stammpflanze: *Diospyros Gardneri* Thw.

Nomenklatur: »Ceylon-Ebenholz z. T.«, »Kadumberiya«, »Kallu«.

Heimat: Mittelgroßer Baum der feuchten Zonen Ceylons.

Holzcharakteristik: Holz gräulichbraun mit unregelmäßigen schwarzen Streifen und einem Lufttrockengewicht von 959,4 kg je 1 cbm. Im übrigen siehe: Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Stammpflanze: *Diospyros insignis* L. fil.

Nomenklatur: »Ceylon-Ebenholz z. T.«, »Gona«, »Poruwamara«.

Heimat: Großer Baum Südindiens (Anamalai-Gebiet) und der feuchten Zonen Ceylons.

Holzcharakteristik: Schwaches, schwarzes, etwas heller gestreiftes Kernholz. Im übrigen: Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Stammpflanze: *Diospyros hirsuta* L. fil.

Nomenklatur: »Coromandel-Ebenholz«, »Calamander-Ebenholz z. T.«, »Tintenholz z. T.« (33). [Nach Howard ist es sehr unwahrscheinlich, daß diese Art und auch *Diospyros oppositifolia* Thw. ein »Calamanderholz« liefern (178).]

Heimat: 15 m hoher, verstreut wachsender Baum Vorder- und Hinterindiens und Ceylons.

Holzcharakteristik: Holz rötlich, mit einem ganz geringen schwarzen zentralen Fleck. Nach Wilhelm (5, 124) ist das Holz in brauner Grundmasse ganz regellos schwarzstreifig (wie mit Tinte begossen). Zarte, sehr unregelmäßige

Wellenlinien der Querschnittsfläche erscheinen unter der Lupe fein punktiert (durch Kalziumoxalatkristalle). Konzentrische Zonen sehr dickwandiger, abgeplatteter Fasern, den Spätholztracheiden von Nadelhölzern vergleichbar, wechseln mit gleichbreiten oder schmäleren Lagen dünnwandiger Fasern ab. Gefäße nur 0,05—0,11 mm weit. Markstrahlzellen bis 80 μ und selbst darüber hoch, oft dickwandig. Kalziumoxalat ausschließlich in den zahlreichen Kammern des Holzparenchyms.

Inhaltsstoffe: Der schwarzbraune Inhalt der Fasern erscheint meist in einzelne kurze Pfropfen gesondert, der mehr gelbbraune der Markstrahlzellen wird von Kalilauge nicht gelöst, doch geben dünne Schnitte an diese allmählich etwas Farbstoff ab. In den schwarzen Ausfüllungen der Gefäße oft auffällige, hellgelbe, runde oder halbrunde Inseln.

Verwendung: Hauptsächlich in der Stockindustrie.

Stammpflanze: *Diospyros oppositifolia* Thw.

Nomenklatur: »Coromandel-Ebenholz z. T.«, »Calamander-Ebenholz z. T.«, »Kalumédiriya«.

Heimat: Sehr seltener, mittelgroßer Baum der feuchten Niederungen Ceylons.

Holzcharakteristik: Holz gräulichweiß, weich, mit schwachen verstreuten konzentrischen Linien. Die Gefäßporen spärlich, mittelgroß, häufig gruppenweise angeordnet. Markstrahlen fein und zahlreich [nach Gamble (41)]. Nach Wright (178) soll das Holz weiß und in der Mitte stets hohl sein.

Bemerkung: Das Holz ähnelt sehr dem echten »Calamander-Holz« von *Diosp. quaesita* Thw. (siehe folgendes).

Stammpflanze: *Diospyros quaesita* Thw.

Nomenklatur: »Echtes Calanderholz«, »Coromandel-Ebenholz«, »Gestreiftes Ebenholz«, »Calamander maram«, »Kalumédiriya«.

Heimat: Großer Waldbaum der feuchten Niederungen Ceylons. Verschiffungshafen: Colombo.

Holzcharakteristik: Das harte Holz ist gräulichbraun, durch breitere oder schmale schwarze Zonen gemustert. Im übrigen siehe: Allgemeine Holzcharakteristik usw.

Verwendung: Wie Ebenholz im allgemeinen. Dieses bekannte und hochgeschätzte gestreifte Ebenholz findet hauptsächlich für Schmuckarbeiten, in der Tischlerei für Möbel usw. Verwendung.

5. Makassar- oder Mangkassar-Ebenholz (5, 124).

Die botanische Herkunft dieses Ebenholzes ist unbekannt. (Es stammt von Celebes und wird von den Häfen Gorontalo, Menado, Lembe und Damar verschickt.)

Holzcharakteristik: Die schwarzen und braunen Färbungen sind im Holz ziemlich regellos verteilt. Dieses erscheint auf hell- bis dunkelbraunem Grund von rötlichem, grünlichem oder violettem Ton schwarzstreifig, zuweilen nur schwarz geadert, ähnlich »Palisander« oder »Zebraholz«. Nach Howard (93) ist das Holz dunkelbraun bis schwarz, häufig gelb oder gelbbraun gestreift. Gefäße 0,07—0,18 mm weit, auf der Hirnfläche meist schon mit freiem Auge wahrnehmbar, einzeln oder zu 2—5 radial gereiht. Längsschnittfläche deutlich nadelrissig. Markstrahlen: 0,12—1,00 mm hoch. Inhalt der Markstrahl- und Holzparenchymzellen tiefbraun, dieser in Kalilauge vollständig, in Alkohol größtenteils löslich. Bei längerem Liegen feiner Schnitte in Alkohol scheint auch der Inhalt der Gefäße und Fasern, so weit er nicht allzu tief gebräunt ist, angegriffen zu werden. Alkohol bläut das Innere mancher Markstrahl- und Holzparenchymzellen. — In 1,5—2 m langen, 10—30 cm dicken Stücken im Handel. Von geringerem Werte, schwer zu bearbeiten, als Furnier leicht reißend. Das Holz verlangt eine sehr sorgfältige Politur.

Verwendung: Besonders für Schmuckarbeiten, Bürstenrücken, Spiegelgriffe und Möbelfurniere.

Bemerkung: 1. Das »Makassar-Ebenholz« wird im allgemeinen geringer bewertet als das Ebenholz der Westküste Afrikas.

2. Wilhelm (5, 124) rechnet hierher auch ein in der Wiener Stockindustrie verwandtes, sehr politurfähiges, als »Chercout« bezeichnetes Holz, über

dessen Herkunft näheres nicht bekannt ist. Es unterscheidet sich vom »Makassar-Ebenholz« hauptsächlich durch den lebhafteren Ton der braunen und die regelmäßigere Anordnung der schwarzen Stellen, welche mit jenen abwechselnde Querzonen bzw. parallele Streifen bilden und so den Spätholzschichten von Jahresringen ähnlich werden. Gefäße: 0,11 bis 0,19 mm weit. Färbung und Verhalten des Zellinhaltes wie beim »Makassarholz«.

6. Philippinen-Ebenhölzer.

Zu diesen gehören Hölzer schwarzer, gestreifter und dunkelgräulicher Färbung.

Die schwarzen Hölzer besitzen gleichmäßig tiefschwarze Färbung und sind auf den Philippinen unter dem Namen »Ebano« oder »Ata-Ata« bekannt. »Ebano« stammt gewöhnlich von *Maba buxifolia* Pers. (s. Anhang 2). Sein Splintholz ist weiß und scharf vom schwarzen Kernholz abgesetzt. Das Holz tritt in geringen Dimensionen auf und scheint das beste Material für »Manila-Ebenholz-Spazierstöcke« zu liefern. »Ata-Ata« ist ein Sammelname für Hölzer verschiedener Diospyros-Arten. Sie haben ein weißes oder gestreiftes Splintholz und tiefschwarzen Kern. Splint und Kern sind jedoch im Gegensatz zu *Maba buxifolia* nicht scharf voneinander geschieden, auch ist der Kernholzanteil verhältnismäßig geringer. Die »Ata-Ata« liefernden Bäume sind größer als die der *Maba buxifolia* und kommen vom südlichen Luzon an südwärts ziemlich häufig vor.

Die gestreiften oder buntstreifigen Hölzer sehen dem »Calamanderholz« sehr ähnlich und sind unter dem Namen »Bolongeta« und »Camagon« bekannt.

a) Bolongeta-Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros pilosanthera* Blanco.

Nomenklatur: »Bolongeta«, »Boloagnita«, »Camagoon ebony«, »Golongnita« [nach Boulger (100)].

Heimat: Großer Baum der Philippinen (Luzon, Camiguni-Inseln, Masbate, Mindoro, Samar, Tinago-Insel).

Holzcharakteristik: Splintholz rötlich, hellrot bis fleischfarben. Kernholz schwarz, mit bräunlichen oder rötlichen Streifen.

Verwendung: Das sehr schwere, sehr harte, feinfasrige Holz wird für Möbel, Bauzwecke, zuweilen auch für Pfähle und Pfosten verarbeitet.

Stammpflanze: *Diospyros mindanaensis* Merr.

Nomenklatur: »Bolongeta«, »Ata-Ata«, »Anang«.

Heimat: Großer Baum der Philippinen (häufiger auf den Visayan-Inseln und Mindanao).

Holzcharakteristik: Splintholz gräulichweiß, Kernholz ebenso gefärbt, häufig auch schwarz mit oder ohne weißliche Streifen.

Verwendung: Das Kernholz wird, wenn es rein schwarz ist, als Ebenholz, leicht gestreift als »Camagon« (siehe folgendes), oder stark gestreift als »Bolongeta« gehandelt.

b) Camagon-Ebenholz.

Stammpflanzen: *Diospyros discolor* Willd., *Diospyros multiflora* Blanco.

Nomenklatur: »Camagoon«, »Mabolo«, »Amaga«, »Talang«.

Heimat: Bis 32 m hoher, sehr häufig auftretender Baum der Philippinen und Indiens. Hier häufig kultiviert.

Holzcharakteristik: Splintholz stark entwickelt, gräulich bis hellrot. Kernholz schwarz mit braunen, aschgrauen oder roten Streifen.

Verwendung: Das sehr harte, schwere und sehr feinfaserige Holz wird wie das »Bolongeta-Ebenholz» (siehe 6, a) verwandt.

c) Weitere Ebenholzlieferanten der Philippinen sind:

Stammpflanze: *Diospyros malacapai* A. DC. Diese Art ist weniger bekannt. Das Holzmaterial ist vielleicht nur als Splintholz von »Ata-Ata« oder andern Ebenhölzern anzusehen und wird »White ebony«, »Weißes Ebenholz« benannt. Das Holz ist gelb mit schwarzen Flecken.

Stammpflanze: *Diospyros nitida* Merr. Das Holz dieser Art ist gleichmäßig dunkelbläulich-grau. Es ähnelt sehr dem Splintholze von »Camagon«. Augenscheinlich bildet diese Art kein ausgeprägtes Kernholz, ist von geringer Größe und verhältnismäßig selten.

Stammpflanze: *Diospyros philippensis* (Des.) Gürke. Es liefert nach Engler-Prantl ein »Manila-Ebenholz«.

Stammpflanze: *Diospyros tetrasperma* Jacq.

Nomenklatur: »Kuba-Ebenholz«, »Ebano-real«.

Heimat: Kuba.

Holzcharakteristik: Kernholz schwarz, hart, schwer, brüchig, es besitzt ein spezifisches Lufttrockengewicht von 1,300 (nach Boulger) und wird zu Möbeln verarbeitet.

7. Malaiische Ebenhölzer.

Die Ebenhölzer der malaiischen Regionen werden unter dem Namen »Kayu-arang«, welches ein deutliches, schwarzes Kernholz besitzt, und »Kayu-malam« oder »Mar-pinang« gehandelt. Unter den letzten beiden Benennungen gehen verschiedene Diospyros-Arten auf Borneo, die kein deutliches, schwarzes Kernholz besitzen. Näheres kann zur Zeit über diese Hölzer nicht angegeben werden. Das gleiche gilt für die Ebenhölzer der Molukken und Sumatras.

8. Ebenholz von Acapulco und Cuernavaca, »Mexiko-Ebenholz«, »Ebano von Mexiko«.

Unter ersteren beiden Benennungen soll nach Engler-Prantl (21, 4) das Holz von *Diospyros ebenaster* Retz (siehe 4) gehandelt werden. Bei dem »Ebano von Mexiko« handelt es sich sehr wahrscheinlich nicht um Diospyros-Arten, sondern um Holz der Gattung Brya. Ob überhaupt im nördlichen Mexiko Ebenholz vorkommt, ist zweifelhaft. Ebenholzähnliches Holz, welches jedoch weder in Qualität noch Beschaffenheit mit dem echten Ebenholz gleichgestellt werden kann, soll in Mexiko vorkommen.

9. Weißes Ebenholz.

Dieses wird von folgenden Arten geliefert:

a) *Diospyros malacapai* A. D. C. (siehe Philippinen-Ebenhölzer, Nr. 163, 6, c).

b) *Diospyros chrysophyllos* Poir. Es stammt von den Maskarenen.

c) *Diospyros melanida* Poir. Es stammt von den Maskarenen.

d) *Diospyros foliosa* Wall. auch »Vellay-thuvarei« genannt, stammt aus Südindien (Mdura, Tinnevelly). Letztere Art liefert ein gelblichweißes, zuweilen auch grau oder schwarz gezeichnetes Holz, mit unsichtbaren Wuchszonen.

10. Rotes Ebenholz.

Siehe unter »Mauritius-Ebenholz« (Nr. 163, 3).

11. Grünes Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros chloroxylon* Roxb. (angeblich nach Engler-Prantl).

Nomenklatur: »Yllinda«, »Kosai«, »Tori«.

Heimat: Baumstrauch oder kleiner Baum Zentral- oder Südindiens.

Holzcharakteristik: Holz meist gelblichgrau, mäßig hart.

Bemerkung: Die Angabe, daß *Diosp. chloroxylon* Roxb. »grünes Ebenholz« liefern soll, trifft nicht zu. Siehe Näheres unter der folgenden Art: *Tecoma leucoxylon* (L.) Mart.

Stammpflanze: *Tecoma leucoxylon* (L.) Mart. — Bignoniaceae.

Nomenklatur: »Braunes Ebenholz«, »Gelbes Ebenholz«, »green ebony«, »greenheart ebony«, »bastard guajak«, »bois chaire«, »ebène verte«.

Heimat: Großer Baum der Antillen und Südamerikas (Brasilien, Guayana, Trinidad).

Holzcharakteristik (5, 139): Splintholz hell bis schwach bräunlich. Kernholz gelblichgrün bis olivbraun. Holzquerschnitt mit abwechselnd helleren und dunkleren konzentrischen Zonen, kaum kenntlichen Markstrahlen und engen, erst unter der Lupe deutlichen, nicht ganz gleichmäßig verteilten, im Kern gelb ausgefüllten Gefäßen. Im Längsschnitt kaum nadelrissig, mit sehr engen, im Kern gelblich, zum Teil auch rot ausgefüllten Längsfurchen, im radialen Längsschnitt außerdem unter der Lupe mit feinen, gelben Längsstreifchen, sehr deutlichen Querstreifen, oft auch abwechselnd heller und dunkler gezont. Markstrahlen auf der Tangentialfläche auch mit der Lupe kaum wahrnehmbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 139): Gefäße 30—70 auf

das Quadratmillimeter, ziemlich gleichmäßig verteilt, doch nach Querzonen oft ungleich zahlreich, stellenweise auch mit Neigung zu radialer Anordnung. Meist einzeln, 0,02—0,08 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedern und kleinen, kaum 3 μ breiten, rundporigen, gegen Markstrahlen wie gegen Holzparenchym nicht abgeänderten Hoftüpfeln. Markstrahlen im Tangentialschnitt nicht in Querreihen, zwei bis vier, meist drei Zellen breit und 0,11—0,40 mm, mitunter auch bis 0,64 mm oder nicht über 0,20 mm hoch; wenige kleine einschichtig. Markstrahlzellen derbwandig, ziemlich gleichförmig, 5—15 μ, auch bis 30 μ hoch und 5 bis 13 μ breit. Grundmasse bilden sehr dickwandige Fasertracheiden, diese regellos gelagert, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, meist 19 bis 27 μ breit und oft nur 1—4 μ, doch auch bis zu 13 μ weit, mit dicken, als Knötchen der Mittellamellen erscheinenden Schließhäuten ihrer zahlreichen, kleinen Hoftüpfel. Holzparenchym reichlich, teils regellos zerstreut, teils in kurzen, einfachen, meist schrägen Reihen, vereinzelt auch an Gefäßen; Teilzellen bis 0,20 mm lang (hoch), auf den Radialwänden mit zahlreichen, in Gruppen geordneten Tüpfeln.

Beschaffenheit: Das Holz, welches in bis 5 m langen und 0,40 m im Quadrat starken Blöcken in den Handel kommt, ist sehr hart und schwer. Es sinkt im Wasser sofort unter, ist überaus dauerhaft und meist sehr uneben spaltend.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 1,210. Das Kernholz färbt Wasser gelb mit einem Stich ins Grüne (»Neapelgelb«), Alkohol lebhaft gelbrot mit grüner Fluoreszenz; Zusatz von Eisenchlorid verändert diese Färbungen ins Olivbraune. Das ockergelbe Sägemehl des Kernholzes färbt Alkohol wie (kalkhaltiges) Wasser nur gelb; diese Farbtöne vertiefen sich nach Zusatz von Kalilauge erheblich.

Inhaltsstoffe: Zellen und Gefäße mit gelben Wänden und leuchtend goldbraunem Inhalte, welcher sich in Alkohol sowie in Kalilauge löst, in letzterer zunächst eine rote Färbung annimmt (namentlich in den Gefäßen), die sich oft auch den Zellwänden mitteilt. Gewöhnlich lassen beide Lösungsmittel in den Parenchymzellen ölartige, meist kugelige, farblose Tropfen von ungleicher Größe, zuweilen in großer Menge, sehr deutlich hervortreten, die in Alkohol allmählich, in Äther sofort verschwinden. Bei sorgfältigem Verfahren gelingt die Schwärzung des Kernstoffes durch Eisenchlorid, von der dann auch die vorher erwähnten Tropfen mehr oder weniger betroffen werden. In den Gefäßen liegen mitunter auch gelbliche, weder in Alkohol noch in Kalilauge lösliche Ausfüllungen. In einigen Markstrahl- und Holzparenchymzellen befindet sich stellenweise eine im durchfallenden Licht undurchscheinend dunkle, im auffallenden (wie bei spärlicherer Lagerung auch im durchfallenden) grün erscheinende Substanz, welche von Alkohol stets, von Kalilauge nicht immer gelöst wird. Hierbei handelt es sich wohl um einen Körper, der aus Spänchen aller untersuchten Proben dieses Holzes durch Mikrosublimation in grüngelben, harzähnlichen Tropfen abzuscheiden ist, die sich in Alkohol wie in Kalilauge lösen, in letzterer mit orangegelber Färbung.

Verwendung: Für feine Tischler- und Drechslerarbeiten, zur Stuhlfabrikation, für Bauzwecke, in der Pianofortefabrikation für Resonanzböden und in der Stockindustrie. Das Holz soll auch zum Färben benutzt werden.

Bemerkungen: 1. Der größte Teil des unter dem Namen »greenheart« gehandelten Holzes stammt von *Nectandra Rodioei*. Es kommt über Demerara nach Europa, und wird daher oft »Demerara greenheart« genannt. Letzteres färbt sich nach Betupfen mit Kalilauge nicht rot.

2. Die Angaben, daß »Grünes Ebenholz« auch von *Diospyros chloroxylon* Roxb., sogar von *Diospyros lotus* L. stammen soll, trifft nicht zu (2, 21; 28, 6; 33, 2).

3. Das von Janssonius (14, 2), Matthes und Schreiber (15, 6) als *Tecoma leucoxylon* Mart. var. *partophylla* beschriebene »greenheart« gehört nicht hierher, sondern zu den »Lapacholhölzern« (siehe II, 176).

12. Ebenholz von Ikelemba.

Stammpflanze: *Diospyros incarnata* Gürke.

Nomenklatur: »Ebène d'Ikelemba« (Kamerun).

Heimat: Bis 12 m hoher Baum des tropischen Afrika (Kamerun). Näheres kann über das Holz zur Zeit nicht angegeben werden.

13. Andamanen-Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros Kurzii* Hiern.

Nomenklatur: »marble wood«, »Andamanen-Zebraholz«, »Zebra wood«, »Teakah«, »Pecha-da«.

Heimat: Immergrüner Baum der Andamanen, Nicobaren, ferner auf Batti Malv und Little Coco, selten auf der großen Cocoinsel. Das Holz wird von Port Blair verschifft.

Holzcharakteristik: Splintholz hellgelbbraun, Kernholz schön schwarz und grau gestreift, die Streifen sind häufig sehr hell, oft rahmfarben, selten ganz schwarz. Gefäßporen klein bis sehr klein, spärlich. Holzparenchym in sehr feinen und zahlreichen Querbändern.

Beschaffenheit: Sehr schwer, hart, dichtfasrig, dauerhaft, neigt zum Reißen und Werfen beim Trocknen, läßt sich gut bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 975,353 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Möbeln, Tischlerarbeiten, Holzschnitzereien, Einlegearbeiten, Galanteriewaren.

Bemerkung: Das Holz kommt in Stücken von bis 6 m Länge und 24—30 cm Breite in den Handel.

14. Senegal-Ebenholz.

Dieses Holz stammt von *Dalbergia melanoxylon* aus dem tropischen Afrika. Es ist auch unter dem Namen »Afrikanisches Grenadilleholz« (siehe II, 105) bekannt und besitzt einen rötlichschwarzen, metallartigen, sehr schweren Kern.

Anhang:

1. Unter dem Namen »Orangefluß-Ebenholz« oder »Zwart ebbenhout« wird das Holz von *Euclea pseudebenus* E. Mey (Familie: Ebenaceae) gehandelt. Der Baum wächst in Südwestafrika (vom Kapland bis Angola) und liefert ein hartes, dauerhaftes, pechschwarzes Holz.

2. »Ebony« oder »iron wood« ist das Holz der weitverbreiteten *Maba buxifolia* Per. (sie wird bis 9 m hoch), welche im tropischen Afrika, in Britisch-Indien, Ceylon, Malaiische Halbinsel und Archipel bis Australien auftritt. Im vorm. Deutsch-Ostafrika wächst der Baum im Senegalgebiet und am Ugallaflusse. Nach seiner Holzbeschaffenheit müßte die Art in mehrere Varietäten zerlegt werden. Das harte, dichtfasrige Holz der afrikanischen Art ist grau, mit dunkleren Streifen und wellig verlaufenden kurzen Längsstrichen, dem Nußbaumholz ähnlich. Das Holz anderer Herkunft ist im Splint rahmfarben, weißlich, stark und vom pechschwarzem, schmalen Kern scharf abgesetzt. Die Gefäßporen des letzteren sind klein bis mittelgroß, spärlich in radialen oder gewundenen Girlanden; die Markstrahlen sehr fein und sehr zahlreich. Zahlreiche helle Querbänder verlaufen wellenförmig (179). Das spezifische Lufttrockengewicht beträgt: 0,901 (nach Siebenlist). Das Holz wird für Spazierstöcke, Einlegearbeiten, Bilderrahmen, kleine Ornamente, Dolchgriffe, Gerätstiele und feine Möbelgegenstände verarbeitet. — Auch *Maba nalala* Welw. aus Tropisch-Westafrika (Angola) soll ein gleiches Holz liefern.

3. »North-West ebony« stammt von *Maba nitida*. Das Holz gelangt von den Häfen Cossak, Carnavon, Onslow und Port Hedland in den Handel. — Nähere Angaben fehlen.

164. Persimmonhölzer.

Die »Persimmonhölzer« stammen von folgenden Ebenaceen-Arten: *Diospyros virginiana* L. (»Echtes Persimmonholz«); *Diospyros texana* Scheele (»Mexikanisches Persimmonholz«); *Diospyros kaki* L. fil. (»Japanisches Persimmonholz«).

Stammpflanze: *Diospyros virginiana* L.

Nomenklatur: »Echtes Persimmon«, »Virginisches Dattelpflaumenholz«, »date plum«, »simmon wood«, »possum wood«,

Heimat: Bis 30 m hoch werdender Baum des östlichen Nordamerika (5, 125; 12, 18; 68).

Holzcharakteristik: (5, 125; 6, 31): Holz mit breitem, hellem, gelblichweißem, »cremefarbigem«, oft eigentümlich rauchgrau bis bräunlich überlaufendem

Splint, der oft zahlreiche dunkle Flecke enthält. Kernholz schwarzbraun, gewöhnlich auf die innersten Jahresringe beschränkt. Eine ansehnliche Entwicklung erlangt der Kern erst in hundertjährigen Stämmen (122). Der Querschnitt zeigt deutlich Jahresringe und kenntliche Gefäße, mit oft an ringporige Hölzer erinnernder Anordnung. Die feinen Grenzlinien der Jahresringe, die Markstrahlen und eine höchst zarte Querstrichelung zeigen sich erst unter der Lupe. Im Längsschnitt ziemlich grobfurchig, auf der glänzenden Radialfläche querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe mit hellen, sehr regelmäßigen, welligen Querbinden.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 125; 106; 174): Gefäße 0,09—0,19 mm weit, einzeln oder zu 2—4 in Radialreihen, teils in Querzonen, dem Frühholz mit seinen wenig auffälligen Jahresringen entsprechend, teils zerstreut, mit einfach durchbrochenen Gliedern und sehr dicken Wänden. Diese dicht mit kleinen, kreisförmigen, kaum 3 μ breiten Hoftüpfeln besetzt, deren lange, enge Kanäle gegen den Lichtraum oft mit zwei oder mehreren benachbarten in gemeinschaftliche Querspalten münden. Markstrahlen ein- bis zweischichtig, 0,12 bis 0,32 mm hoch, in unverkennbaren Querzonen, welchen die Anordnung der 0,32—0,40 mm langen bzw. hohen Gefäßglieder entspricht. Zellen der Markstrahlen 13—26 μ, an den Kanten dieser mitunter auch bis zu 54 μ hoch, 8—18 μ breit, im Radialschnitt ziemlich gleichförmig. Sehr dickwandige Fasern bilden die Grundmasse, im Querschnitt von ungleicher Form und Breite, winzig behöft getüpfelt. Holzparenchym reichlich, die Gefäße einschichtig umringend und in mehr oder minder regelmäßigen Querreihen in der Grundmasse, hier meist mit je vier langen, auf den Radialwänden reichlich (in Gruppen) getüpfelten Teilzellen; an den Tangentialseiten der Gefäße dagegen oft mit zahlreichen, sehr kurzen solcher.

Beschaffenheit: Schwer, hart, sehr dicht, zäh (hickoryähnlich), feinkörnig, sehr politurfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,810. Lufttrockengewicht: 847,4 kg je 1 cbm. Feuchtigkeitsgehalt: 5,5 %.

Inhaltsstoffe: An den Gefäßwänden Ausscheidungen einer völlig farblosen, gummiartigen Substanz, dem »Schutzgummi«. Letzterer quillt in Wasser rasch und stark auf und verstopft hierbei oft die Gefäße (174).

Verwendung: Dient zu feinen Drechslerarbeiten, auch zur Herstellung von Schuhleisten, Holzschrauben und Messergriffen. Das Holz gilt in seiner Heimat als das beste Holz für Weberschiffchen, die auch nach Europa ausgeführt werden, und bietet, schwarz gebeizt, einen brauchbaren Ersatz für Ebenholz.

Stammpflanze: *Diospyros texana* Scheele.

Nomenklatur: »Mexikanisches Persimmonholz«, »Schwarzes Dattelpflaumenholz«, »black persimmon«, »Chapote«.

Heimat: Bis 10 m hoher Baum Mittelamerikas (von Texas bis Mexiko).

Holzcharakteristik: Splintholz klar hellgelb, dick. Kernholz nahezu schwarz, oft gelb gestreift. Gefäßporen sehr klein, offen, weit verstreut. Markstrahlen zahlreich, dünn. Im übrigen wie *Diosp. virginiana* L. (siehe oben).

Beschaffenheit: Schwer, hart, sehr dicht, seidenartig glänzend, schön politurfähig.

Verwendung: Für feine Drechslerarbeiten und Holzschnitte. Das Holz gilt als bester Ersatz für Buchsholz.

Stammpflanze: *Diospyros kaki* L. fil.

Nomenklatur: »Japanisches Persimmonholz«, »Kaki«, »Keg«.

Heimat: Bis 6 m hoch werdender Fruchtbaum Chinas, Japans und Indiens. (Khasiaberge, in Assam bis oberes Burma.)

Holzcharakteristik: Holz gräulichweiß, Gefäßporen spärlich, klein bis mittelgroß, häufig gruppenweise zu 2—4 oder in kurzen Radialreihen angeordnet. Die Jahresringgrenzen sind durch größere Gefäßporen im Frühholze gekennzeichnet. Markstrahlen fein und zahlreich.

Im übrigen wie *Diosp. virginiana* (siehe oben).

165. **Eschenholz** (Gemeine Esche).

Stammpflanze und Familie: *Fraxinus excelsior* L. — Oleaceae.

Heimat: Ziemlich raschwüchsiger, bis 30 m hoch werdender Baum, der fast über ganz Europa verbreitet ist (von Südeuropa bis nordwärts zum 62. Grad). Besonders häufig in den Ostseeländern und in der ungarischen und slavonischen Niederung.

Holzcharakteristik (2, 18; 5, 126; 181): Holz mit breitem, rötlichweißem Splint und hellbraunem Kern, der nur in älteren, über 40 jährigen Stämmen vorhanden ist. Im Querschnitt ausgezeichnet ringporig. Im Frühholz der sehr deutlichen Jahresringe meist mehrere Reihen weiter Gefäße, außerhalb dieser (gleich den Markstrahlen erst unter der Lupe deutlich) helle, die »unkenntlichen« Gefäße enthaltenden Pünktchen und Streifchen (Abb. 121). Im Längsschnitt grö-

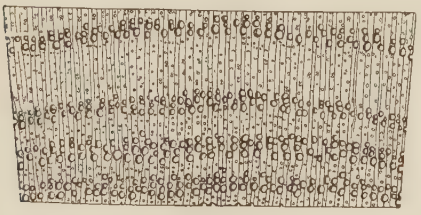


Abb. 121.
Querschnittsansicht des ringporigen Holzes der Esche (*Fraxinus excelsior*), 3 mal vergrößert. (Nach R. Hartig.)

bere und feinere, meist gelbrötliche Längsfurchen, jene durch die Frühholzgefäße verursacht, die anderen, oft aussetzenden, durch die Gruppen der engen Gefäße bedingt, beide auf Radialflächen durch hellere Querstreifen (Markstrahlen) gekreuzt, denen im Tangentialschnitt erst unter der Lupe sichtbare Strichelchen entsprechen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 126; 180): Frühholzgefäße (»Ringporen«) 0,12—0,35 mm weit, zwei- bis dreireihig, einzeln oder in Gruppen, die übrigen, engeren Gefäße ziemlich spärlich, vereinzelt oder zu wenigen (2 %) in Gruppen oder kurzen radialen Reihen; alle dickwandig mit einfach durchbrochenen Gliedern. Diese bei den engeren und engsten sehr dickwandigen Gefäßen mit starkgeneigten Endflächen, deren durchbrochene Stelle oft nur geringen Umfang hat. Gefäßwände mit kleinen, meist kreisrunden, bis 5 μ breiten Hoftüpfeln besetzt, deren querspaltförmige Poren gewöhnlich zu mehreren in längere oder kürzere Furchen der inneren Gefäßwandflächen münden. Markstrahlen meist mehrschichtig, 2—5 Zellen (bis 0,0565 mm) breit und 0,20—0,50 mm hoch, einschichtig sehr spärlich. Markstrahlzellen 8—19 μ hoch, oft ebenso breit, ziemlich dickwandig und gleichförmig. Die zwischen den Markstrahlzellen befindlichen Zwischenzellräume bilden im Tangentialschnitt besonders auffällige dreieckige Zwickel (Abb. 33). Dickwandige, klein getüpfelte Sklerenchymfasern, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, bis 27 μ breit, bilden die Grundmasse. Holzparenchym an den Gefäßen. Es umfaßt namentlich die Gruppen der engen Gefäße mit dickwandigen, bis 32 μ weiten, im Längsschnitt oft fast quadratischen Zellen. Ferner in der Spätholzgrenze der Jahresringe, hier mit je 4—8 dickwandigen, reichlich getüpfelten Teilzellen, diese oft breiter als hoch. (Abb. 33.)

Beschaffenheit: Das ziemlich feine und langfasrige, auf der Spaltfläche glänzende Holz nimmt an der Luft nach einiger Zeit ein leicht violettes Aussehen an und riecht nach Runkelrüben. Es ist schwer, ziemlich hart und elastisch, schwer-, aber geradspaltig, sehr tragkräftig, sehr politurfähig, von mittlerer Dauer und sehr brennkräftig.

Prüfung: Spez. Grüngewicht (etwa 45 % Wasser): 0,700—1,140 (nach Karmarsch). Spez. Lufttrockengewicht (etwa 10—15 % Wasser): 0,570—0,940, im Mittel 0,750 (nach Nördlinger, König, Monke). Querschnittshärte: 25—35; Mittelschnittshärte: 30; Längsschnittshärte: 25—40 (nach Büsgen). Elastizitätsgrenze parallel zur Faser für Zug: 203 kg je 1 qcm. Zugfestigkeit (in Faserrichtung auf 1 qcm Querschnittsstab): 522—1210 kg (nach Karmarsch, Nördlinger); quer zur Faserrichtung: 22—41 kg; Druckfestigkeit (in der Faserrichtung): 439 kg (Grenzwert) (nach Nördlinger); senkrecht zur Faserrichtung: 350 kg. Biegungsfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung: 715—993 kg (nach Nördlinger und anderen). Dauerhaftigkeit, im Freien geschützt: 30 bis 95 Jahre; ungeschützt: 15—64 Jahre; unter Wasser unhaltbar (nach Nördlinger); immer naß: 10 Jahre; naß und

trocken abwechselnd an der Luft: 20 Jahre; abgeschlossen von der Luft: 3 Jahre; immer trocken: 500 Jahre (nach Mothes Baulexikon).

Verwendung: Ein vortreffliches Wagner- und vielseitig verwandtes Werkholz, zur Herstellung von Gerätestielen und Handgriffen und landwirtschaftlichen Maschinen sehr beliebt, als Möbelholz namentlich in seinen wellig gemaserten Sorten, dem »Slavonischen« und vor allem dem »Ungarischen« Eschenholz, geschätzt. In der Flugzeugindustrie gesucht; auch viel zu Turn- und Sportgeräten, feineren Maßstäben usw. verarbeitet.

Handelssorten: a) »Englische Esche«. Holz von gräulich weißer Farbe, mittlerem Gewicht, und mittlerer Härte. Das Lufttrockengewicht beträgt: 751,5 kg je 1 cbm. Das Holz ist sehr eben und dichtfasrig, zäh, elastisch, äußerst dauerhaft und leicht bearbeitbar. Es soll sogleich nach dem Fällen in Planken oder Bretter geschnitten und getrocknet werden, da es als Rundholz getrocknet tiefe Risse auf der Oberfläche bekommt.

Um während des Krieges den Holzbedarf für die Flugzeuge zu decken, wurden die Eschenbäume Englands in großzügiger Weise erfaßt und deckten mit eingeführter französischer Esche den Flugzeugholzbedarf Englands.

b) »Französische Esche«. Splintholz sehr breit, gelblich oder gräulich weiß. Kernholz hellbraun. Das Holz ähnelt der englischen Esche, ist aber im allgemeinen milder und weniger fest.

c) »Ungarische Esche«. Holz bräunlich weiß bis reinweiß. Besonders gesucht sind die »Zwieselstücke« wegen der schönen Maserung. Das Lufttrockengewicht beträgt: 751,5 kg je 1 cbm. In früheren Jahren führte England von der ungarischen Esche geringere Mengen ein, jetzt deckt es seinen Bedarf durch amerikanisches Eschenholz. — In frisch gefälltem Zustand besteht kaum ein Unterschied von der englischen Esche, erst nach längerer Lagerung an der Luft und am Licht wird ungarisches Eschenholz grünlichgelb (dem Akazienholz ähnlich).

d) »Südrussische oder türkische Esche«. Holz fast weiß, mit meist kleinem, schwarzem Kern. Es ist schwer von englischer Esche zu unterscheiden. Das Holz ist fein, fest, schwer, aber von geringeren Dimensionen.

Bemerkungen: 1. Wesentlich den gleichen Bau wie *Fraxinus excelsior* L. hat das aus Nordamerika eingeführte harte und schwere Holz der in den Vereinigten Staaten weit verbreiteten »Weißesche«, *Fraxinus americana* L. (542). Letztere zeigt zuweilen Markfleckchen und wird hauptsächlich vom Wagner und Stellmacher verarbeitet. — Mehr bräunlich, schmälerringig und leichter ist das mitunter aus Japan nach Europa gelangende Holz der in Ostasien heimischen »Mandschurischen Esche«, *Fraxinus mandschurica* Rupr. »Damo«.

2. Der deutsche Bestand an Eschenholz deckt nicht annähernd den Bedarf. Jährlich werden daher ansehnliche Mengen Eschenholz von den Donauländern und den Vereinigten Staaten importiert.

3. *Fraxinus excelsior* L. bevorzugt Niederungen und Flußtäler mit hohem Gehalt an Bodenfeuchtigkeit sowie tiefgründigen, frischen Lehmboden.

166. **Eschenholz** (Blumenesche).

Stammpflanze und Familie: *Fraxinus ornus* L. — Oleaceae.

Nomenklatur: »Mannaesche«, »Blumenesche«.

Heimat: Bis 8 m hoch werdender Baum Südeuropas und des Orients.

Holzcharakteristik (5, 127): Holz licht rötlichgelb (weniger hell als das der »Gemeinen Esche«). Holzquerschnitt mit kaum kenntlichen Gefäßen, doch mit sehr deutlichen hellen Frühholz- und dunklen Spätholzzonen der Jahresringe und lichten Pünktchen. Die weiten Gefäße im Beginn der Jahresringe (Ringporen), die Gruppen engerer in verschiedenen orientierten hellen Fleckchen und Streifchen, sowie der Markstrahlen zeigen sich erst unter der Lupe. Im Längsschnitt dem Holz der »Gemeinen Esche« ähnlich, doch gleichmäßiger längsfurchig als dieses und wegen der dunkleren Spätholzzonen meist auch lebhafter gezeichnet. Die Bildung eines hellbraunen Kernes scheint auch hier spät stattzufinden. Sie war bei einem etwa 80 jährigen Stamm erst innerhalb des 50. Splintringes (von außen her gerechnet), nur ein

Viertel des Halbmessers einnehmend, zu bemerken, in ihrer normalen Entwickelung freilich durch Markfäulnis anscheinend beeinträchtigt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 127): Im wesentlichen dem der »Gemeinen Esche« gleich (s. Nr. 165), doch durch die weit engeren, nur 0,16 bis 0,18 mm weiten Frühholzgefäße ausgezeichnet. Ob sonstige Strukturverhältnisse, so die Neigung der Gruppen enger Gefäße zur Ordnung in Querreihen, das Längerbleiben der Holzparenchymzellen und die etwas größere Weite der Markstrahlzellen, zur Unterscheidung des Holzes der Blumenesche von dem der »Gemeinen Esche« herangezogen werden können, bleibe hier dahingestellt.

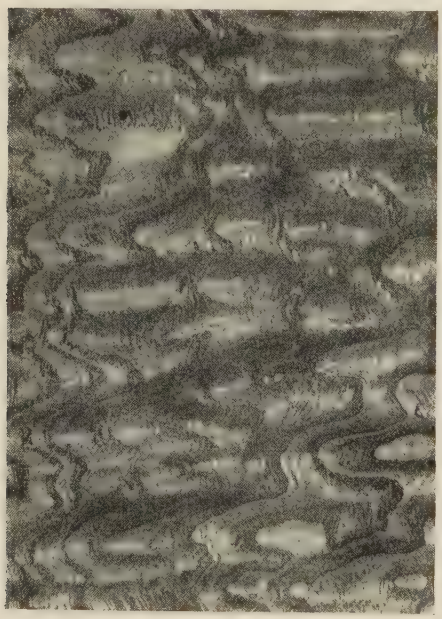


Abb. 122.
Wellig gemasertes Eschenholz (»Japanische Blumenesche«), nach photographischer Aufnahme aus einem polierten Furnierblatt in ⅘ nat. Gr. Der Name »Blumenesche« soll weniger die Herkunft von einem botanisch so zu nennenden Baume als vielmehr die Art der Maserung bezeichnen.

Beschaffenheit und Verwendung: Diese entsprechen im allgemeinen dem Holz der »Gemeinen Esche« (siehe Nr. 165). Das spez. Lufttrockengewicht beträgt etwa 0,80. Insbesondere wird das Holz auch zu Radspeichen und in der Stockindustrie verarbeitet. Diese Art liefert die schönsten Maserbildungen (Moiré-Maser) und Furnierstämme für die Möbelindustrie (Abb. 122).

167. **Fliederholz** (Gemeiner Flieder).

Stammpflanze und Familie: *Syringa vulgaris* L. Oleaceae.

Nomenklatur: »Gemeiner Flieder«, »Spanischer Hollunder«, »bois de lilas«, »lilac wood«, »legno siringa«.

Heimat: Kleiner Baum oder Strauch des östlichen Ungarns, der nördlichen Balkanhalbinsel und des Orients. In Europa fast überall kultiviert.

Holzcharakteristik (5, 128): Holz mit gelblich- oder rötlichweißem Splint und hell-violettbraunem, etwas gewässertem, an der Splintgrenze dunklerem Kern. Holzquerschnitt mit unkenntlichen Gefäßen und Markstrahlen, doch mit meist deutlich und scharf begrenzten Jahresringen, erst unter der Lupe „ringporig" erscheinend, d. d. im Frühholz der Jahresringe feine Poren, im übrigen Teil jener zwischen den schmalen Markstrahlen zarte, helle Pünktchen zeigend. Holzlängsschnitt glanzlos, mit oft nur schmalen, aber scharf gezogenen dunklen Linien als Grenzen der Jahresringe; auf der Radialfläche auch mit feinen, im Splint erst unter der Lupe deutlichen Querstreifchen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 128): Frühholzgefäße der Jahresringe 0,05—0,07 mm weit, eine ein- bis mehrfache Reihe von »Ringporen« bildend. Die übrigen Gefäße ziemlich gleichmäßig zerstreut, meist einzeln, 0,025 bis 0,04 mm, im äußeren Spätholz auch nur 0,012 mm weit. Alle Gefäße mit einfach durchbrochenen Gliedenden, unvollkommenen Schraubenleistchen und runden, schräg- oder querspaltporigen bis 5 μ breiten Hoftüpfeln. Die gegen Markstrahlen gerichteten Hoftüpfel haben geringere Größe. Markstrahlen meist zwei, seltener bis drei Zellen breit und 0,08—0,38 mm (bis 20 Zellen) hoch, einzelne kleine auch einschichtig. Markstrahlzellen dickwandig, im Tangentialschnitt rundlich, am häufigsten 5—13 μ, manche, meist Kanten bildende, auch bis 27 μ hoch und höher, ziemlich gleichförmig, liegend oder die Kantenzellen in radialer Richtung kürzer als die übrigen. Dickwandige, bis 21 μ breite Fasertracheiden

mit ansehnlichen, 4 μ breiten Hoftüpfeln und vollständigen, sehr zierlichen Ring- oder Schraubenleistchen als Grundmasse. In dieser sollen auch Sklerenchymfasern (»Libriform« mancher Autoren) also dickwandige Faserzellen mit spärlicheren, unbehöften Tüpfeln vorkommen. Holzparenchym reichlicher. Spätholzgrenzen der Jahresringe wenig auffällig.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, schwerspaltig, von sehr dichtem und feinem Gefüge und guter Polierfähigkeit.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,93—0,94.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlzellen nicht selten kleine, in Salzsäure lösliche Kristalle, meist rechteckige Prismen bildend. In den Gefäßen und Markstrahlen des Kernholzes gewöhnlich hellgelber Inhalt; in ersteren in homogenen Ballen und Pfropfen, nicht selten auch ganze Glieder ausfüllend. Kalilauge löst den Markstrahleninhalt und färbt ihn goldgelb; durch Schwefelsäure wird er rot (181). Auffälligerweise wird schon im Splint das dort farblose Innere der Markstrahl- und Holzparenchymzellen mit Kalilauge gelb.

Verwendung: Geschätztes Tischler- und Drechslerholz für kleinere Arbeiten.

168. Steinlindenholz.

Stammpflanze und Familie: *Phillyrea latifolia* L. Oleaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Steinlinde«.

Heimat: Sehr häufiger Strauch der immergrünen Buschwälder der Mittelmeerländer.

Holzcharakteristik (5, 129): Holz mit breitem, rötlich- oder gelblichweißem Splint und dunkel kastanienbraunem Kern. Holzquerschnitt ohne kenntliche Gefäße und Markstrahlen, doch mit sehr deutlichen Jahresringen und durch helle, radiale, geschlängelte und verzweigte, unter der Lupe poröse Streifchen zierlich »geflammt«. Unter der Lupe zeigen sich zahlreiche, ungleich breite, helle, konzentrische Ringlinien und feine Markstrahlen. Holzlängsschnitt glanzlos, nicht oder kaum nadelrissig, bei entsprechendem Lichteinfall zierlich gezont und gestreift; auf der Radialfläche auch mit zahlreichen parallelen, erst unter der Lupe deutlichen Querstreifen (Markstrahlen).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 129): Gefäße 0,009 bis 0,05 mm weit, dickwandig, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und kreisrunden, gegen Markstrahlen kleineren Hoftüpfeln und unvollständigen, oft derben Schraubenleistchen. Die meisten Gefäße stehen einzeln oder mit Fasertracheiden in Gruppen, welche die Jahresringe in radialer Richtung durchziehen, vom Früh- zum Spätholz sich meist verschmälern, oft gekrümmt verlaufen und in benachbarten Ringen aufeinander passen. Markstrahlen meist zweischichtig, 0,08—0,35 mm hoch. Markstrahlzellen dickwandig, meist 8—19 μ hoch und oft ebenso breit; die an den Kanten befindlichen auch bis 30 μ hoch und bis 19 μ breit, im Radialschnitt gewöhnlich kürzer als die übrigen, bis 127 μ lang. Sehr dickwandige Sklerenchymfasern bilden die Grundmasse, mit nur 2,7 bis höchstens 5 μ weitem Lichtraum und kleinen Tüpfeln, sonst glattwandig. Neben und zwischen den Gefäßen dickwandige, 8—11 μ weite Fasertracheiden mit Hoftüpfeln und zierlichen Schraubenleistchen. Holzparenchym dickwandig, mit 11—24 μ weiten und bis 0,11 mm langen Zellen, in zwei- bis dreischichtigen, die Jahresringe beginnenden Querzonen, sonst sehr spärlich.

Beschaffenheit: Hart, schwer, sehr dicht, schlechtspaltig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,92.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlzellen häufig Kristalle. In den Gefäßen und Markstrahlen, sowie im Holzparenchym des Kernholzes harzähnlicher, oft nur leicht gebräunter Inhalt, welcher in Kalilauge mit gelber Farbe löslich ist. Der Inhalt nimmt mit Wasser z. T. eine trübe, schaumige Beschaffenheit an, erscheint dann im durchfallenden Licht dunkel, ballt sich stellenweise kugelig zusammen und löst sich, so weit ersteres der Fall, größtenteils auch in Alkohol. Schon im Splintholz wird das Innere der Markstrahl- und Holzparenchymzellen mit

Kalilauge lebhaft gelb, mit Schwefelsäure grünlich. Durch letztere werden sämtliche Wände gelb gefärbt.

Verwendung: Ein vortreffliches Holz für Maschinenbestandteile, Drechslerarbeiten und Schuhstifte; es gibt auch sehr gute Kohle.

169. Olivenholz.

Stammpflanze und Familie: *Olea europaea* L. Oleaceae.

Nomenklatur: »Gemeiner Ölbaum«.

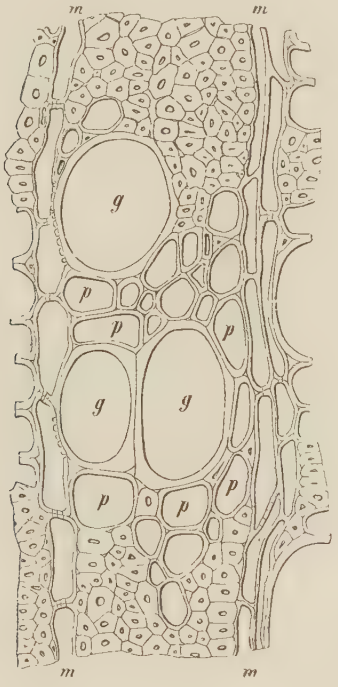


Abb. 123.
Querschnittsansicht aus dem Holz des Ölbaumes, *Olea europaea* L., eine Gruppe von Gefäßen (*g*) zeigend mit den sie umgebenden Parenchymzellen (deren einige mit *p* bezeichnet sind); im übrigen besteht die Grundmasse aus sehr dickwandigen Fasern. *m m* Markstrahlen. 250/1.
(Nach Wilhelm.)

Heimat: Orient. Seit langer Zeit in Südeuropa, den Mittelmeerländern und Nordafrika eingebürgert. Ferner in Mexiko, Kalifornien, Nordamerika, Peru, Chile, Indien, Australien, Südafrika und anderen subtropischen und tropischen Gegenden angepflanzt.

Holzcharakteristik (5, 130; 6, 32): Holz mit hellem, bräunlich nachdunkelndem Splint und lichtbraunem, im Grundton oft etwas rötlichem, nicht immer scharf abgegrenztem, regellos dunkler bis tiefbraun gestreiftem (»gewässertem«) Kern. Dieser ist ein »falscher«, der sich von Astwunden aus in den Holzkörper verbreitet (184). Im Querschnitt mehr oder weniger deutliche, stellenweise »verschwommene« Jahresringe, ohne kenntliche Gefäße und Markstrahlen, doch mit sehr feinen hellen Pünktchen. Erst unter der Lupe erscheinen die Gefäße als enge Poren, in zahlreichen, hellen, vorwiegend radial und schräg gestellten Streifchen, ferner die feinen Markstrahlen. Im Längsschnitt ist das Holz gleichmäßig dicht, durch den gewässerten Kern schön gezeichnet. Gefäße (im Kern als zahlreiche helle Streifchen) und Markstrahlen auch im Längsschnitt nur unter der Lupe sichtbar, desgleichen eine feinwellige Querstreifung der Tangentialflächen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 130; 180): Gefäße teils einzeln, teils zu 2—8 in radialen Reihen, ziemlich gleichmäßig verteilt oder im Frühholz der (sonst wenig deutlichen) Jahresringe zahlreicher; 0,03—0,08 mm weit, dickwandig, mit einfach durchbrochenen Gliedenden und kaum 3 μ breiten, kreisrunden oder eckigen, rundporigen Hoftüpfeln; im übrigen glattwandig. Markstrahlen in Tangentialschnitten z. T. in undeutlichen Querzonen (diesen muß die oben erwähnte zierliche, erst mit der Lupe erkennbare feinwellige Querstreifung der Tangentialflächen zugeschrieben werden), meist 0,13—0,40 mm hoch und häufig nur in ihrem Mittelteile zweischichtig. Markstrahlzellen mäßig dickwandig, 11—19 μ hoch, oft 8 μ breit, an den im Tangentialschnitt meist spitz zulaufenden Kanten wie in den einschichtigen Strecken bis 60 μ und darüber hoch und bis 21 μ breit. Von gleicher Form sind die Markstrahlzellen meist auch in den einzelnen kleinen, durchaus einschichtigen, mitunter nur einstöckigen Markstrahlen. Die hohen Zellen, namentlich an den Markstrahlkanten, im Radialschnitt aufrecht, oft drei- bis fünfmal höher als breit, auf den Tangentialwänden mit zahlreichen kleinen Tüpfeln. Sehr dickwandige Holzfasern bilden die Grundmasse, diese bis 19 μ breit, nur 2,5—8 μ weit, klein getüpfelt, glattwan-

dig, im Querschnitt eckig. Holzparenchym reichlich an den Gefäßen und Gefäßgruppen (Abb. 123). Letztere mit 20—35 μ weiten und bis 135 μ hohen Zellen umgeben. Holzparenchym außerdem nicht selten in einfacher Reihe oder vereinzelt im Beginn der Jahresringe. Tracheiden fehlen.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, von sehr dichtem, gleichmäßigem Gefüge, wenig elastisch, etwas schwer zu bearbeiten, sehr uneben spaltend, sehr politurfähig, auf frischen Schnitten schwach und eigenartig duftend. Besonders das Wurzelholz erscheint manchmal sehr schön gemasert und marmoriert.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,92.

Inhaltsstoffe: An helleren Stellen des Kernholzes meist nur in den Gefäßen, an dunkleren auch in den Markstrahlen und im Holzparenchym lebhaft gelber, bis gelbbrauner Inhalt. Letzterer meist homogen, in manchen Gefäßen trüb körnig und dann im durchfallenden Licht dunkel. Der Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchyms, z. T. schon von Alkohol angegriffen, löst sich vollständig in Kalilauge, die auch die Wände der Zellen und Gefäße gelb färbt und die Färbung des Gefäßinhaltes vertieft, sonst aber diesen, auch bei längerer Einwirkung, nicht sichtlich verändert. Bringt man zu Schnittpräparaten, die in Alkohol liegen, behutsam konzentrierte Schwefelsäure, so färben sich die Fasern und mitunter auch der Inhalt der Gefäße und Zellen grün. Die Wände der Fasern sind oft bräunlich. In Markstrahlen und Holzparenchym stellenweise auch fettes Öl, meist in kugeligen Tropfen, dem sonstigen Inhalte, eingebettet. Diese Tropfen lassen sich durch Auflösung in Äther aus den betreffenden Präparaten erst entfernen, wenn letzter einige Zeit hindurch in Kalilauge gelegen hatte. Kristalle scheinen zu fehlen.

Verwendung: Ein vortreffliches Holz für feine Tischler-, Schnitz- und Drechslerarbeiten; auch in der Stockfabrikation verwendet. Besonders geschätzt ist das oft schön gemaserte Holz der Wurzelstöcke.

Bemerkungen: 1. Hauptsitz der Olivenholzindustrie ist Jerusalem. Auch bei Arco in Südtirol besteht eine Drechslerlehrwerkstätte, welche die Industrie dieses Holzes fördert.

2. Alte Stämme schwitzen ein vanilleartig riechendes Harz aus, welches Olivil ($C_{14}H_{18}O_5 + H_2O$) enthält. Durch geeignete Oxydationsmittel (Chamaeleonlösung) wird dieses zu Vanillin ($C_8H_8O_3$) oxydiert. Das Harz wird in Italien zum Räuchern benutzt.

170. Rainweidenholz.

Stammpflanze und Familie: *Ligustrum vulgare* L. Oleaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Rainweide«, »Liguster«, »Hartriegel«, »Griesholz«.

Heimat: Strauch des mittleren und südlichen Europa.

Holzcharakteristik (5, 131): Holz mit hellem Splint und lichtgelbbraunem (nächst dem 1—4 mm breiten Mark oft dunkleren) Kern. Im Querschnitt mit ziemlich deutlichen Jahresringen, aber unkenntlichen Gefäßen und Markstrahlen. Unter der Lupe schwach »ringporig«, d. h. mit porösen Frühholzzonen der Jahresringe und mit feinen hellen Pünktchen im übrigen Teile dieser. Im Längsschnitt gleichmäßig dicht, im radialen durch die Markstrahlen querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 131): Gefäße meist einzeln, in den ungleich breiten Frühholzzonen der Jahresringe bis 0,06 mm weit, im übrigen Teile dieser gewöhnlich 0,018—0,03 mm, im äußersten Spätholz auch nur 0,009 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedenden. Gefäßwände mit runden bis elliptischen, querspaltporigen, 2,7—8 μ breiten Hoftüpfeln besetzt, gegen Markstrahlen oft mit nur schwach behöften, in die Quere gezogenen Tüpfeln, außerdem mit mehr oder weniger vollständigen (namentlich in den engeren Gefäßen ausgebildeten) Schraubenleistchen. Markstrahlen ein- bis seltener zweischichtig; mitunter wechseln Ein- und Zweischichtigkeit in der Höhenausdehnung eines Markstrahles mehrmals miteinander ab; 0,048 bis 0,6 mm (die einschichtigen häufig nur eine bis drei Zellagen) hoch. Markstrahlzellen in den einschichtigen Teilen der zweischichtigen Markstrahlen, vor allem an den Kanten dieser, sowie in den durch-

aus einschichtigen 27—51 μ (in den letzteren ab und zu auch 65—80 μ), sonst nur 5—13 μ hoch, 2,7—8 μ breit und sehr dickwandig. Die Markstrahlkantenzellen im Radialschnitt aufrecht, bis fünfmal höher als breit, mit reichlichst getüpfelten Tangentialwänden. In der Grundmasse sowohl Fasertracheiden mit Hoftüpfeln und zierlichen Schraubenleistchen, in der Umgebung der Gefäße und in den durch Abplattung der Zellen kenntlichen Spätholzgrenzen, als auch ebenso dickwandige und bis 19 μ breite, aber nur spärlich und klein getüpfelte, und nicht mit Schraubenleistchen versehene, z. T. gefächerte Fasern (180). Holzparenchym sehr spärlich.

Beschaffenheit: Sehr hart, schwer, von feinem, dichtem Gefüge, schwerspaltig, im Trockenen dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,92—0,95.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlen des Kernholzes hellgelbbrauner Inhalt.

Verwendung: Das Holz dient hauptsächlich zu kleinen Drechslerarbeiten. Die biegsamen jungen Zweige werden zur Korbflechterei benutzt.

171. Bokúkaholz.

Stammpflanze und Familie: *Alstonia congensis* Engl. Apocynaceae.

Nomenklatur: »Bokúka ba mbale«, »Kauwi«, »Kokue«, »pattern wood«, »stool wood«.

Heimat: Großer, bis 35 m hoher Baum des tropischen Westafrika (Sierra Leone, Elfenbeinküste, Kamerun, Gabun, Nigerien).

Holzcharakteristik (5, 132; 9, 16; 10, 21): Holz hellfarbig, lichtgraugelb. Splint und Kern nicht unterschieden. Jahresringe sind undeutlich oder fehlen. Auf der Hirnfläche sind die gleichmäßig verteilten Gefäße, die feinen Markstrahlen, stellenweise auch zarte, helle Querlinien, eben noch kenntlich. Unter der Lupe erscheinen die Gefäße meist zu 2—5 radial gereiht oder auch in Gruppen; die hellen Querlinien feinwellig oder zackig, zum Teil auf längere Strecken hin zusammenhängend, zum Teil vielfach unterbrochen. Holzlängsschnitt sehr deutlich nadelrissig; der radiale durch die Markstrahlen dicht querstreifig, unter der Lupe auch in der Längsrichtung des Holzkörpers mit feiner Parallelstreifung, auf der Tangentialfläche unter der Lupe fein gestrichelt, auf Schnittflächen, die jenen Richtungen nicht genau entsprechen, durch die Markstrahlen ähnlich den Mahagonihölzern »gekörnelt« (Abb. 124).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 132): Gefäße meist zu 2—5 in kurzen Radialreihen oder auch zu mehreren in Gruppen; seltener einzeln, etwa 4—6 auf 1 qmm, 0,14—0,21 mm weit. Tüpfel der Gefäße rund oder rundlich-eckig, meist dicht gedrängt, 0,008 mm breit mit schmaler, 0,004 mm langer Pore gegen Markstrahl- oder Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Ziemlich dünnwandige Fasern bilden die Grundmasse, diese radial gereiht, ihre weitlumigen Mittelteile erscheinen im Querschnitt des Holzkörpers isodiametrisch oder in radialer Richtung abgeplattet bis gestreckt. Ihre verschmälerten Endstücke erscheinen als kleine englumige Zellen. Fasern auf den Radialwänden mit kleinen, schief spaltenförmigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym meist an einem dünnen bräunlichen Wandbelag seiner Zellen kenntlich, oder durch Stärkekörner in diesen angezeigt, zwischen den Fasern teils vereinzelt, teils in kürzeren bis längeren losen, einfachen Querreihen, sowie an den Gefäßen. Markstrahlen im Tangentialschnitt einschichtig oder meistens 2—3-schichtig, auch teilweise beides; die einschichtigen 0,12—0,60 mm hoch, manche kleine auch nur zweistöckig; mehrschichtige 0,19—0,50 mm, aus ein- und aus mehrschichtigen Strecken zusammengesetzte bis 0,80 mm hoch. Zellen der einschichtigen Markstrahlen und der einschichtigen Strecken sonst mehrschichtiger, sowie der Markstrahlkanten im Längsschnitt nicht selten vierseitig bzw. zweiseitig zugeschärft und im Lichten 0,05 bis 0,08 mm hoch, 0,012—0,016 mm breit, die übrigen rundlich bis elliptisch, meist nicht über 0,012—0,028 mm hoch und 0,008 bis 0,012 mm breit. In manchen mehrschichtigen Markstrahlen liegen auffällige kreisrunde Zwischenzellräume, in Ein- bis Zweizahl, auch je drei; diese sind leer oder durch eine gelbbraune, in Alkohol unlösliche Substanz ausgefüllt. Alle Markstrahlzellen dünnwandig, die hohen im Radial-

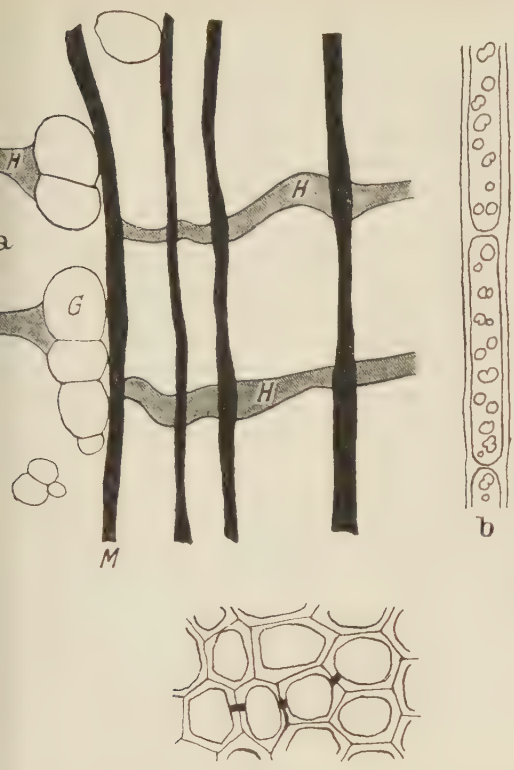


Abb. 124.
Alstonia congensis Engl. »Bokúkaholz.« a) Holzquerschnitt. *H* Parenchymbänder. *M* Markstrahlen. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. b) Holzparenchymzellen mit Siebtüpfeln, die häufig zu größeren Tüpfeln zusammenfließen. c) Libriformfasern, deren Tüpfel zum Teil mit schwarzer Masse angefüllt sind. Vergr. 82/1. [Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

schnitt quadratisch bis aufrecht, die andern liegend.

Beschaffenheit: Sehr leicht und weich, leicht aber nicht glatt spaltend, kurzfasrig (ähnlich dem Pappel-, Weiden- und Lindenholz), dreht sich weniger gut und biegt sich schlecht. Das Holz hat zedernähnliche Textur, ist aber ohne Geruch und von äußerst dürftiger Farbe. Im allgemeinen gut zu bearbeiten, dient das Holz als Ersatz für Pappelholz.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,42—0,46 (nach Appel), oder 0,359 bis 0,43 (nach Büsgen), oder 0,391 (nach Chevalier).

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms gelblicher bis bräunlicher Inhalt als dünner Wandbelag, in manchen ebenso gefärbte rundliche Ballen. Häufig im Holzparenchym und in den Markstrahlen reichlich Stärkekörner, letztere oft von ansehnlicher, dem Querdurchmesser der Zellen gleichkommender Breite und plumper Gestalt, zuweilen zusammengesetzt (aus ungleichen Paarlingen bestehende Zwillinge). Wasser wird durch das Holz weingelb, Alkohol nicht oder kaum gefärbt. Eisenchlorid verändert den Holzauszug nicht.

Verwendung: Blindholz für Kleinmöbel, Modelle, billige Schnitzwaren. Kein Ersatz für Lindenholz.

Bemerkung: Auf dem Liverpooler Markt wird das Holz als »white wood« verkauft, aber als wertlos erachtet.

172. Dinjongoholz.

Stammpflanze und Familie: *Kickxia elastica* Preuß. Apocynaceae.

Botanisches Synonym: *Funtumia elastica* Stapf.

Nomenklatur: »African rubber tree«, »Fruntum«.

Heimat: Bis 30 m hoch werdender Baum des tropischen Westafrika (Gold-

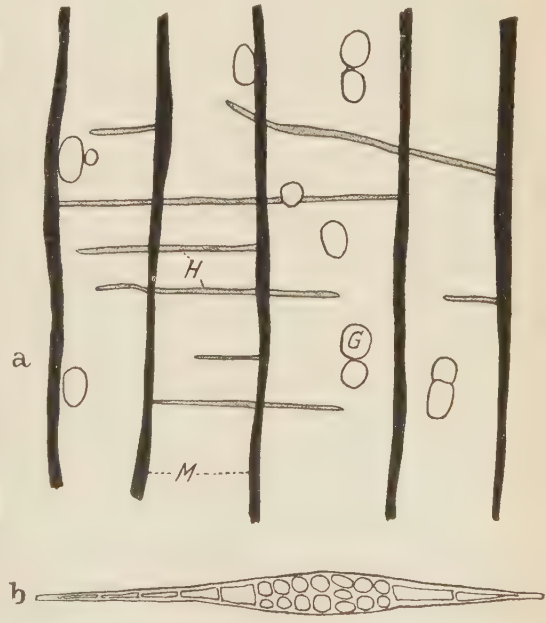


Abb. 125.
Kickxia elastica Preuss. Dinjongoholz. a) Holzquerschnitt. *M* Markstrahlen. *H* Holzparenchymbänder. Das Libriformgewebe ist fortgelassen. b) Markstrahl im tangentialen Längsschnitt. Vergr. 81/1.
[Nach Hopkinson (410) gez. W. v. Brehmer.]

küste, Südnigerien, Kamerun, Kongo, Gabun, Sierra Leone).

Holzcharakteristik (5, 135; 10, 22): Holz sehr hell splintfarben, weißgrau bis fast weißlich, ohne Maserung. Auf der Hirnfläche mit undeutlichen Jahresringen (diese sind auf rauhen Schnitten deutlicher zu erkennen) und kaum kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen. Die Lupe zeigt die Markstrahlen auf dunklerem Grund hell, die Gefäße gleichmäßig verteilt. Holzlängsschnitt fein nadelrissig, auf der Radialfläche durch die Markstrahlen schmal und glänzend querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe zart und wenig auffällig gestrichelt (Abb. 125).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 135): Gefäße 0,07—0,14 mm weit, meist zu 2—3, doch auch bis zu 7 radial gereiht, auch in kleinen Gruppen, seltener vereinzelt, etwa 6—10 solcher Reihen und Gruppen nebst einzelnen Gefäßen auf 1 qmm. Gefäßtüpfel klein, nur 0,004 mm breit, mit spaltenförmiger Pore, die Längswände dicht bedeckend, gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen nicht abgeändert. Ziemlich derbwandige Fasern mit kleinen (behöften?) Tüpfeln bilden die Grundmasse, radial gereiht, von ungleicher Form und Größe des Querschnittes, in schmalen Querzonen (wohl Grenzen von Zuwachsschichten) abgeplattet. Holzparenchym im Querschnitt an den getüpfelten Querwänden oder am Zellinhalt (Stärkekörner-Kristalle) zu erkennen; zwischen den Fasern teils vereinzelt, teils in kurzen Querreihen. Markstrahlen im Tangentialschnitt einschichtig oder zweischichtig, häufig beides, nicht selten einem kurzen mehrschichtigen Teile beiderseits je ein hochzelliger einschichtiger angesetzt. Einschichtige Markstrahlen 0,21 bis 0,57 mm hoch, manche nur ein- bis zweistöckig; mehrschichtige 0,19—0,66 mm, aus ein- und mehrschichtigen Strecken zusammengesetzte bis 0,96 mm hoch. Zellen einschichtiger Markstrahlen und der einschichtigen Strecken im Tangentialschnitt oft gestreckt, vierseitig an den Markstrahlkanten zweiseitig zugeschärft, 0,060 bis 0,10 mm hoch, 0,008—0,032 mm breit, die mehrschichtiger Markstrahlen und Markstrahlteile rundlich bis elliptisch, meist nur 0,012—0,024 mm hoch und 0,012 bis 0,020 mm breit. Alle Markstrahlzellen derbwandig; die niederen im Radialschnitt liegend, die anderen quadratisch oder aufrecht, bis 6mal höher als breit, mit reichlichster Tüpfelung auf den Tangentialwänden, wobei, besonders in hohen Zellen, die verdickten Wandstellen oft weit nach Innen vorspringen.

Beschaffenheit: Dicht und zäh, ziemlich leicht, langfasrig, mittelhart, leicht- und glattspaltig, im allgemeinen gut zu bearbeiten, zu leimen, hobeln, drehen, sägen und leicht zu biegen.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,519 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: Zelleninhalt spärlich, auf einen dünnen, gelblichen bis bräunlichen Wandbelag in den Gefäßen und Markstrahlzellen und nicht zahlreiche Stärkekörner beschränkt. Im Holzparenchym da und dort Kristallkammern. Wasser wie Alkohol wird durch das Holz kaum gefärbt. Gerbstoffgehalt vorhanden.

Verwendung: In der Tischlerei, für lackierte Möbel, auch für Pianofortebau.

173. Teakholz.

A. Das Teakholz im allgemeinen:

Stammpflanze und Familie: *Tectona grandis* L. fil. — Verbenaceae.

Nomenklatur: »Indische Eiche«, »Java teak«, »teak«, »Tiekbaum«, »Tek« (Bombay), »Sagwan« (Hindustan), »Djati« (Malaiisch), »Saj« (Arabien).

Heimat: Bis 40 m hoch werdender Baum des Vorder- und Hinterindischen Festlandes, einiger Inseln des Malaiischen Archipels, besonders Java, Südcelebes usw. In Sumatra angeblich nicht heimisch.

Man unterscheidet:

a) Westliches oder indisches Verbreitungsgebiet. Nordgrenze: die Nerbudda- und Mahanadiflüsse (24° 25 n. Br. bis 25° 23 n. Br.).

b) Burma-Region: Shan-Staaten, Arracan Yoma-Gebirgskette, Pegu Yoma, Martaban Hills. Nördliche Grenze bei Myitkyina und Kamaing (25° 30 n. Br.).

In ganz Indien, nördlich bis etwa Saharanpur, Dehra Dun und Lahore, auch in Siam, China, Cochinchina, auf Sumatra, Java und anderen Inseln angepflanzt (5, 136; 12, 19; 21, 5; 41; 185; 186; 187; 188; 189; 190; 191; 193; 205; 457; 469).

Diese Lichtholz-, mitunter auch Halbschattenart bevorzugt trockenen Boden und meidet das Meeresufer ebenso wie die feuchten, immergrünen Bergwälder (»Sholah«). Auf Alluvialboden erreicht der Teakbaum schon mit 80, im Berglande kaum vor 200 Jahren seine volle Entwicklung. Das Holz kultivierter Bäume soll dem der wildwachsenden vorzuziehen sein. Die Fällung findet gewöhnlich zwischen dem 40. und 60. Jahre statt, in welchem Alter die Bäume etwa 17—20, selten mehr Meter hoch und bis über 1 m stark sind. Das Holz kommt meist in 7—8 m langen, vierkantigen, 0,30—0,65 m starken Blöken auf die Stapelplätze, von welchen das für Europa bestimmte hauptsächlich nach England und Holland verschifft wird. Als beste Sorte gilt das »Malabar«, dann das »Java teak«; leichter und von hellerer Färbung ist das in großen Mengen und in mehreren Sorten aus Burma auf den Markt gebrachte Teakholz, sowie das »Siamesische Teak«. Letzteres gelangt größtenteils über Bangkok, jenes über Moulmein und Rangoon zur Ausfuhr.

Holzcharakteristik (6, 33; 5, 136): Splintholz hellfarbig, wenige Zentimeter breit. Kernholz meist lebhaft gelbbraun, eichenfarbig oder rüsterartig bis schokoladebraun. Eine der wenigen tropischen Holzarten mit sehr deutlichen Jahresringen, die manchmal auch doppelte Jahresringe (»falsche Jahresringe«) aufweist. Die Doppelbildung tritt ein, wenn trockene Monsume durch langanhaltenden Regen unterbrochen werden. Der Baum entwickelt dann eine bald wieder abfallende Belaubung, die Hand in Hand mit der Bildung eines meist schwach ausgebildeten Jahresringes steht (200). Holzquerschnitt durch helle, weitporige Frühholz- und diesen vorangehende dunkle Spätholzzonen mit meist kenntlichen Markstrahlen ausgezeichnet. Im Längsschnitt glänzend, mit groben, zuweilen etwas wellig verlaufenden Längsfurchen, durch diese auf Tangentialflächen, die zur Längsachse geneigt sind, oft auffällig »gefladert«. Im radialen Längsschnitt auch querstreifig, im tangentialen schon für das freie Auge, deutlicher unter der Lupe, fein gestrichelt; mit weißen Ausscheidungen in einzelnen Gefäßen. Diese Kalkausfüllungen verleihen bei reichlichem Auftreten dem Teakholz ein graues Aussehen und beeinflussen die technischen Eigenschaften des Holzes bedeutend. Auch die Markröhre ist oft erweitert und mit Kalk gefüllt, weshalb die sog. »Zwalpen« oder »Flitches« — aus einer Stammhälfte geschlagene harzfreie Balken oder Bohlen — das bestbezahlte Sortiment bilden. Ein besonderes Charakteristikum des »Javaholzes« sind die dunkelfarbigen, fast schwarzen, streifigen Zeichnungen.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 136; 194): Frühholzgefäße 0,26—0,37 mm weit, meist einzeln und in einfacher Reihe den Jahresring beginnend; ihr radialer Durchmesser dem tangentialen oft gleich, seltener von diesem übertroffen. Die übrigen Gefäße teils einzeln, teils zu zwei bis mehreren in radialen Reihen oder in Gruppen; ihr Durchmesser von 0,10 bis auf 0,03 mm (im äußersten Spätholz) herabsinkend. Alle Gefäße mit einfach durchbrochenen Gliedenden, auf den Längswänden dicht bedeckt von kleinen, runden, einander nicht abflachenden Hoftüpfeln, mit meist querspaltförmigen, oft in längere oder kürzere gemeinsame Quer- oder Schrägfurchen mündenden Poren; gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abweichend getüpfelt. In vielen Gefäßen dünnwandige Thyllen. Markstrahlen zerstreut, 2—4, meist 3 Zellen breit und 0,12—0,60, manche auch bis 4,00 mm und darüber hoch, einschichtige fehlend oder selten. Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, 8 bis 32 μ hoch und 5—24 μ breit, einander zuweilen abflachend, ziemlich gleichförmig, oft von ziemlich kurzem radialem Durchmesser (0,067 mm). Dickwandige, gefächerte Fasern bilden die Grundmasse, mitunter verzweigt (Abb. 14 *e*) mit kleinen, schiefspaltförmigen Tüpfeln. Im allgemeinen sind die Fasern regellos gelagert oder mit ihren bis 32 μ breiten und bis 22 μ weiten Mittelstücken in radialen Reihen angeordnet, die aber durch eingeschobene Endstücke nächst höher- oder tieferstehender Fasern getrennt und unterbrochen sind. Holzparenchym mit ziemlich dünnwandigen, bis 32 μ weiten, meist klein getüpfelten Zellen an den Gefäßen (hier oft sehr kurzwellig), zwischen den Frühholzgefäßen auch die Grundmasse bildend. Kristalle fehlen.

Über die pathologische Kernholzbildung siehe (421).

Beschaffenheit: Das schwach gewürzig duftende Holz ist elastisch, wenig schrumpfend, wenig werfend, leicht zu bearbeiten, sehr dauerhaft. Gegen Bohrmuscheln nicht völlig widerstandsfähig, wenig widerstandsfähig gegen *Martesia fluminalis*. Eisenteile, wie Nägel usw. rosten im Holze nicht. Werkzeuggriffe werden rasch abgestumpft. Große Beständigkeit des Holzes bei hohen, schnell wechselnden Temperaturen. Ziemlich widerstandsfähig gegen Feuer und gegen Säuren; sehr heizkräftig. Engringiges Teakholz ist wegen des spärlich vorhandenen Holzfaserteiles weit poröser, leichter und weicher als weitringiges. Lufttrockenes Holz besitzt ein geringes Wasseraufsaugungsvermögen, es quillt und arbeitet sehr wenig (nur etwa halb so wenig wie Eichenholz). Die Biegsamkeit und Elastizität sind etwas geringer als die des »green heart«. An Festigkeit übertrifft Teak alle europäischen Holzsorten. In Gebirgslagen gewachsenes Holz ist härter als solches der Ebene.

Prüfung: Schwindmaß in Richtung der Faser oder parallel zu den Jahresringen = 0; in der Breite, tangential zu den Jahresringen: 1,4 %; in der Stärke, radial zu den Jahresringen: 1,1 %! Siehe auch (460). Heizkraft (195) durchschnittlich für lufttrockenes Kernholz: 4500, für junges Holz: 3300, auf wasserfreien Stoff berechnet: 5100 bzw. 4700 Wärmeeinheiten. (Die Buche hat 3500, die Eiche 2700 Einheiten.) Das spezifische Gewicht des Holzes schwankt nicht nur bei den Hölzern verschiedener Standorte sehr stark (wohl eine Folge der verschiedenen Ringbreite), sondern es ändert sich selbst in ein und demselben Stamme. Fuß- und Kronenholz ist schwerer als solches der Stammitte. Die Angaben des spezifischen Lufttrockengewichtes schwanken infolgedessen sehr, und zwar zwischen 0,473 und 0,850 (0,680 und 0,750 nach Nördlinger; 0,590 nach Councler; 0,724 nach Heringa [1915]; 0,590 und 0,700 nach Duyfjes; 0,460 und 0,820 nach Koorders und Valeton; 0,664 nach Pfeiffer [1917]; 0,473 nach Büsgen [für eine sehr engringige Holzprobe]). Die Härte des Teakholzes geht im allgemeinen mit dem spez. Gewicht parallel, die Dauerhaftigkeit aber merkwürdigerweise nicht. Grünes Holz ist schwerer als Wasser und sinkt infolgedessen unter; lufttrockenes Holz ist leichter als Wasser (leichter als Eichenholz).

Inhaltsstoffe (5, 136; 15, 5; 196; 197; 198; 199; 414): Gerbstoff fehlt. Wasser wird durch Teakholz schwach gelblich, Alkohol tief goldgelb gefärbt. Eisenchlorid trübt diese alkoholische Lösung nur, schwärzt sie aber nicht. Alkoholische Auszüge, besonders solche mit Chloroform, wirken wegen des hohen Gehaltes an freien, ungesättigten Holzsäuren hautreizend, nicht aber das Holz selbst oder Stücke desselben, bzw. sein Sägemehl (15, 5; 454). Neben Kieselsäureausscheidungen der Gefäßwände kommen in den Gefäßen Ausscheidungen von Kalziumphosphat ($CaHPO_4$) vor, welche den hohen Gehalt (29, 6 %) der Teakholzasche an Phosphorsäure verursachen. Der Kieselsäuregehalt der Asche beträgt 24, 98 %. Nach Gamble (41) besteht der weiße Gefäßinhalt aus: Kalk (34,04 %), Magnesia (1,86 %), Ammoniak (1,12 %), Phosphorsäure (43,35 %), Wasser und organischen Substanzen (19,54%), Kohlensäure (0,09%). Das »Javaholz« ist bedeutend kalkhaltiger, als »Burma teak«. Die Wände aller Holzelemente, namentlich die der Gefäße und Holzfasern, sind gebräunt. Im Innern der Fasern und vor allem in den Markstrahl- und Holzparenchymzellen finden sich farblose, oft als Wandbeläge erscheinende Tropfen und Massen einer fettartigen, in Alkohol nicht, in Äther sofort löslichen Substanz (188). Nach Pfeiffer (199) haben die Gefäßwände einen Belag von Holzgummi, der vielleicht den scharfen Geruch und die große Widerstandsfähigkeit des Teakholzes gegen Pilze und Insekten bedingt (191). Der Geruch ist besonders bei frischem Holz sehr intensiv und ähnelt dem von frischem Leder. Die Annahme, daß der Gehalt an ätherischem Öl und der Gerbstoffmangel die Ursache des Nichtrostens von Eisenteilen sei (186) bzw. die Termitensicherheit bedingen soll, scheint nicht zutreffend; vielmehr scheint die Ursache des Nichtrostenlassens auf hohen Trockengehalt des Holzes, welcher eine Folge des Ringelungsverfahrens vor der Fällung der Bäume ist, die zwei Jahre geringelt zum Austrocknen stehen,

ferner die Ursache der Termitensicherheit auf den Gehalt an mineralischen Bestandteilen zurückzuführen zu sein. Kalziumoxalatkristalle fehlen, ebenso auch andere Kristalle. Die Kalziumoxalatkristalle, welche nach Blits (24, 4) in Gefäßen dickerer Schnitte schwer nachzuweisen sind, verdanken ihre Erwähnung wohl nur der Bemerkung von Tschirch (201), die sich aber auf Kristallnadeln bezieht, welche nach Ples (202) im »Medullargewebe« von *Tectona grandis* vorkommen und aus Kalziumphosphat bestehen.

Statistik: Die Einfuhr aus Burmas Häfen beträgt nach Wiesner jährlich 20—40 000 Tonnen. In Deutschland wurden nach Krais (17, 9) aus Java, Bangkok und Burma 1908 rund 76 000 Meterzentner eingeführt. Nach Howard belief sich der Teakexport aus Burma in den Jahren:

1908—1909: 270 140 t
1909—1910: 284 607 „
1910—1911: 309 787 „
1911—1912: 252 723 „
1912—1913: 255 876 „

Der jährliche Verbrauch der Vereinigten Staaten wird von Smith (192) auf 927 000 »Board feet« angegeben. Nach dem Bangkokhandelsbericht betrug der Export an Siam-Teakholz

1914 (Januar bis Mai): 26 468,66 t
1915 (Januar bis Mai): 14 609,01 t,

hiervon gingen 1914 nach Europa: 7 285,22 t, nach Indien und Colombo: 12 651,17 t, nach Hongkong, China u. Japan: 5 670,04 t.

1915 gingen nach Europa: 1 372,21 t, nach Indien u. Colombo: 9 553,34 t, nach Hongkong, China u. Japan: 2 969,39 t, der Rest nach anderen Ländern.

Aus dem Innern Indochinas werden jährlich etwa 4000 Blöcke Teakholz nach Saigon, dem einzigen Exporthafen Indochinas für Teakholz, transportiert. Der Gesamtexport aus diesem Hafen betrug 1913 nur: 1501,254 cbm. Die wichtigsten deutschen Teakholzhandelsplätze sind vor allem Hamburg, Bremen und Kiel. Nähere Angaben über die Einfuhr des Holzes in Hamburg siehe J. F. Müller (156). Die Nachfrage nach Teakholz steigt beständig.

Verwendung: Teakholz ist das wertvollste und geschätzteste Schiffsbauholz, namentlich für Kriegsschiffe (zu den Unterlagen der Panzerplatten) und für sämtliche aus Holz zu fertigende Deckbestandteile. Das Holz wird in ausgedehntem Maße auch beim Bau von Eisenbahnwagen, insbesondere von Schlaf- und Speisewaggons verwandt. Ferner wird das Holz zu Akkumulatorenkisten (wegen seiner Säurehärte), Fußböden, besonders in Spitälern (infolge der staubfesthaltenden, öligen Beschaffenheit) usw. verarbeitet. Das zu Schiffsbauzwecken verwandte Material muß mindestens aus 6 m langen und über 35 cm breiten Balken bestehen.

Bemerkung: Um das Teakholz gut zu trocknen und das »Triften« der gefällten Stämme zu ermöglichen, wendet man im westlichen Indien vielfach das »Girdling«-Verfahren an. Man ringelt die Bäume im unteren Stammteil bis zum Kernholz, worauf sie rasch absterben, und beläßt sie so an ihrem Standorte, um sie erst nach zwei Jahren zu fällen (21, 5). Diese Vornahme soll jedoch das Rissigwerden des Holzes begünstigen und die Elastizität vermindern, sie ist daher manchenorts, so z. B. in Malabar, wieder aufgegeben (12, 19).

B. Teakholzvarietäten und Handelssorten.

Büsgen (188) führt folgende Handelssorten des Teakholzes an:

1. Birma-Teak oder Ostindisches Teak.
   a) Moulmain. Goldbraun, oft dunkelstreifig, talgartig, mittelhart, hoher Ölgehalt, wenig sandig. Diese feine Sorte gilt als beste Qualität, die sich auch am besten verarbeiten läßt.
   b) Rangoon. Hellerfarbig, graugelb, fester als Moulmain, vielleicht etwas mehr im Kern gedreht, aber weniger Bohrlöcher enthaltend als letzteres, doch diesem an Güte ziemlich gleich; jetzt im Handel vorherrschend.

2. Bangkok-Teak. Rötlichbraun, etwas poröser und spröder als Moulmain. Stammt aus Siam. Verwendbarkeit und Preis annähernd wie bei Rangoon.

3. Java-Teak. »Djati«. Durchgängig grau, spröde, stark porös, in den Poren oft mit weißer Kalkausscheidung, welche die Werkzeuge abstumpft. We-

niger gradwüchsig (»wirblich«), astreich, erheblich billiger als die »indischen Sorten«, wenn das Holz von wildgewachsenen Bäumen stammt. Das Holz der Kulturbäume ist beträchtlich wertvoller und kommt auch in den Abmessungen dem »indischen Teakholz« nahe. Die beste Javaqualität ist das aus dem Distrikt Remband stammende »Blora«, die nächstbeste, die von Semerang Madioen, hat einiges gute Teak, ihr meistes Holz ist aber kalkig. »Sourabayaholz« ist nicht sehr wertvoll, hellfarbig und leicht. »Cheribon«-, »Kembal«- und »Kedire«-Holz sind minderwertiger und kalkig.

Unter den Teakhölzern Javas unterscheidet man nach Farbe und sonstigen Eigenschaften viele Varietäten. Über diese siehe Büsgen (188). Rumphius (203) unterscheidet dagegen nur zwei Teakholzsorten, die sich auf Holzfarbe und Eigenschaften beziehen:

1. »Männlicher Djati«: Holz dunkel, zäh, hart, reißt nicht leicht, hobelt und sägt sich leicht.

2. »Weiblicher Djati«: Holz hellerfarbig, schwerer zu sägen und zu glätten, unter dem Hobel etwas rauh.

Blume unterscheidet zehn Varietäten des Holzes, deren beste das »Djati duri« und »Djati sungguh« dem Teak der Coromandelküste gleichkommt.

Die Eingeborenen Javas gliedern die Varietäten nach Holzfarbe, Faserverlauf, Dichtigkeit, Schwere, Unterschied im Blattwuchs usw. Die Bewohner Mitteljavas (Rembang), der wichtigsten Djati-Gegend, benennen die weitestverbreiteten Varietäten mit: »Djati sungguh«, »Djati minjak« und »Djati Kapur«.

Cordes (186) und Duyfjes (204) charakterisieren die Djati-Varietäten folgendermaßen:

1. »Djati agel Rembang«. Spez. Lufttrockengewicht: 0,650.

2. »Djati daging-utang«. Stammoberfläche ringförmig gewölbt, ähnlich den Krabbengliedern. Spez. Lufttrockengewicht: 0,690—0,870.

3. »Djati doreng«. Die schönste Varietät. Holz schwach geflammt, sehr hart, für Möbel bevorzugt. Spez. Lufttrockengewicht: 0,600—0,850.

4. »Djati gembol«. Holz der an älteren Stämmen vorkommenden Auswüchse schön geflammt. Spez. Lufttrockengewicht: 0,750—0,900.

5. »Djati Kapur« auch »Kalk-Djati« (wegen der sehr reichlichen feinen Kalkausscheidungen). Holz weicher und bedeutend hellerfarbig als das anderer Varietäten, ziemlich spröde (Folge des Kalkgehaltes). Im Handel nicht sehr beliebt. Wächst in der Nähe der Küste. Spez. Lufttrockengewicht: 0,590—0,830.

6. »Djati Kelor« (Tegal). Spez. Lufttrockengewicht: 0,630.

7. »Djati Kembang« auch »Blumen-Djati« genannt, wegen des eigentümlichen Holzgeruches. Spez. Lufttrockengewicht: 0,560—0,860.

8. »Djati Kijong«, auch »Muschel-Djati« und »Schelp djati«. Zeigt kleine, runde, etwas ungleich verteilte Stammauswüchse, aus denen beim Anschneiden eine dunkelgraue oder schwärzliche Flüssigkeit fließt. Spez. Lufttrockengewicht: 0,620—0,770.

9. »Djati Kunis« (Surabaja, Madium). Spez. Lufttrockengewicht: 0,620 bis 0,700.

10. »Djati lulup« (Madium). Spez. Lufttrockengewicht: 0,580—0,620.

11. »Djati malam« (Madium, Surabaja, Rembang). Spez. Lufttrockengewicht: 0,630—0,700.

12. »Djati minjak« oder »Djati lango«. Holz ziemlich dunkelfarbig gefleckt oder gestreift, gut polierfähig, in festem Zustand sich etwas fettig oder ölig anfühlend, für Bauzwecke und Möbel sehr beliebt. Spez. Lufttrockengewicht: 0,650—0,810.

13. »Djati ri« oder »Djati duri«. Holz sehr hart, aber gut brauchbar. Der Stamm besitzt kleine, spitze, warzenförmige Auswüchse, die den etwas unregelmäßigen Faserverlauf bedingen. Spez. Lufttrockengewicht: 0,660—0,860.

14. »Djati sungguh« oder »Echter Djati«. Holz kastanienbraun, sehr gleichmäßig gebaut, fest, hart, stark. Die gewöhnlichste und als Zimmerholz sowie für den Schiffsbau geschätzteste Varietät. Spez. Lufttrockengewicht: 0,540 bis 0,780.

15. »Djati temen« (Madium). Spez. Lufttrockengewicht: 0,690—0,730.

16. »Djati Werut«. Holz bräunlichgelb, glatt, etwas glänzend. Spez. Lufttrockengewicht: 0,670—0,800.

17. »Djati wung-wang«. Rembang. Spez. Lufttrockengewicht: 0,600. Gamble (41) unterscheidet beim Britisch-Indischen Teak:

1. »Dudhia sagun«: white teak.
2. »Telia sagun«: black teak oder oil teak.
3. »Pattharee sagun«: stone teak.

C. Teak-Ersatzhölzer.

1. »Afrikanisches Teakholz« von *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Leguminosae); desgleichen von *Oldfieldia africana* (Euphorbiaceae). (Diese ist auch der Lieferant des sog. »Afrikanischen Eichenholzes«); desgleichen von *Chlorophora excelsa* (Moraceae).

2. »Australisches Teakholz« von *Endiandra glauca.*

3. »Brasilianisches Teakholz« (siehe Vacapouholz II, 112).

4. »Goomar teak« von *Gmelia arborea* Roxb. (Verbenaceae).

5. »Native teak« oder »Moaholz« von *Flindersia australis* R. Br. (siehe II, 116). Rutaceae.

Das Holz hat gleichmäßig lichte, ockergelbe Färbung und ziemlich gleichmäßige Struktur. Es ist recht spröde, schlecht und uneben spaltend und wird wegen seines Harz- und Ölgehaltes auch als »tallowwood« bezeichnet. Wiehe (98) rechnet dieses Holz zu den Eukalyptusarten. (Näheres siehe »Moaholz« II, 116.)

174. Kiriholz.

Stammpflanze und Familie: *Paulownia imperialis* Sieb. et Zucc. — Scrophulariaceae.

Botanische Synonyme: *Paulownia tomentosa* (Thunbg.) Steud., *Paulownia tomentosa* Koch.

Nomenklatur: »Kiribaumholz« (nicht mit dem australischen »Kauri« zu verwechseln).

Heimat: Äußerst raschwüchsiger bis 30 m hoch werdender Baum Ostasiens. Hauptsächlich in Japan. Hier wie in Europa, Nordamerika und fast allen Ländern sehr wahrscheinlich als Zierbaum angepflanzt.

Holzcharakteristik (1, 2; 2, 19; 5, 137): Splintholz sehr schmal, weißlichgrau bis schwach bräunlich. Kernholz etwas rötlicher. Gewöhnlich sind Kern und Splint ziemlich gleichmäßig hellbraun, meist sehr breitringig (bis 20 mm!). Im Querschnitt mehr oder minder vollkommen ringporig, außerhalb der porösen hellen Frühholzzone in jedem Jahresring auf dunklerem Grund meist sehr deutliche helle Pünktchen oder Streifchen, in quer oder schräg verlaufenden Reihen, welche engere Gefäße umschließen. Die Streifchen, wie die Markstrahlen, erst mit der Lupe sichtbar. Holzlängsschnitt glänzend, längsstreifig, deutlich nadelrissig, besonders im Frühholz der Jahresringe. auf der Radialfläche auch querstreifig und auf der tangentialen sehr fein gestrichelt oder »gekörnelt«.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 137): Gefäße einzeln oder zu 2—4 radial gereiht, im Frühholz 6—8, im Spätholz 5—6 auf 1 qmm, hier 0,08 bis 0,14 mm, dort 0,09—0,21 mm weit, alle dünnwandig, häufig mit Thyllen. Gefäßtüpfel klein, kaum 0,008 mm breit, elliptisch, bis fast kreisförmig, mit querverlaufender schmaler, spitzelliptischer, über den Hof hinausragender Pore (so daß jene »augenlidförmig« erscheint) gegen Markstrahl- oder Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Grundmasse im Frühholz aus sehr dünnwandigen Zellen gebildet, letztere regelmäßig radial gereiht, von vier- bis sechsseitiger Querschnittsform, in welcher bald der tangentiale, bald der radiale Durchmesser überwiegt. Solche Zellen begleiten auch die Gefäße im mittleren und äußeren Teile des Jahresringes, diese entweder inselartig umgebend oder längere Querzonen bildend, die mehrere Gefäße aufnehmen. Zwischen diesen Gruppen und Schichten dünnwandigen Holzparenchyms erscheinen dann mit ihnen wechselnde und zwischen ihnen miteinander in Verbindung tretende Zonen etwas dickwandiger Fasern. Letztere zum Teil von kleineren Durchmessern, ungleicher Querschnittsform und wenig regelmäßiger Lagerung. Fasern mit weitlumigem Mittelteil, nach den Enden verschmälert, auf den Radialwänden mit kleinen, schief gestellten, zum Teil deutlich behöften Tüpfel-

spalten. Holzparenchymzellen von ungleicher Höhe, auf den Radialwänden mit kleinen Gruppen rundlicher Tüpfel besetzt. Die Verschiedenheit zwischen diesen beiderlei Formelementen der Grundmasse tritt schon auf nicht zu dünnen Querschnitten deutlich hervor und wird noch merklicher, wenn eine Färbung der Wände durch Jod- oder Chlorzinkjodlösung erfolgt. Nach mehrstündigem Liegen dünner Schnittpräparate unter Deckglas in Chlorzinkjodlösung färben sich die Zellwände von den Schnitträndern her blau. Spätholzgrenze durch radial stark abgeplattete, regelmäßig gereihte Zellen der Grundmasse hergestellt. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist drei- bis vierschichtig, oft in ihrer meist 0,28—0,47 mm betragenden Länge von ziemlich gleichbleibender, 0,026 bis 0,052 mm messender Breite und an den Enden kurz zusammengezogen. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt aufrecht elliptisch, dünnwandig, 0,012—0,24 mm hoch und 0,004—0,012 mm breit, die Endzellen meist nicht größer, im Radialschnitt als Zellen liegend, doch die kantenständigen oft kürzer als die übrigen, alle auf den horizontalen Längswänden und zunächst diesen auf den radialen Seitenwänden reichlich getüpfelt, wie auch auf den Tangentialwänden in der ganzen Ausdehnung.

Beschaffenheit: Sehr weich und leicht, schwer zu spalten, aber leicht und gut zu bearbeiten. Im lufttrockenen Zustand verändert sich das Volumen nicht mehr. Ein anfänglich vorhandener widerlicher Geruch soll Insekten fernhalten. Stammscheiben zeigen ein sehr breites Mark.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,25 (nach Mayr). Nach Hofmann soll dasselbe unter 0,200 bleiben.

Verwendung: Zur Herstellung von Kästen, Schubfächern, Schachteln, Holzschuhen, Lackwaren, Zündhölzern und auch in der Möbeltischlerei verarbeitet. Aus dem Holz werden die japanischen Eßtische, Tassen und Teebretter verfertigt.

Bemerkungen: Von Mayr (2, 19) wird der Baum wegen seines Holzes zum forstlichen Anbau im wärmsten Fagetum und im Castanetum empfohlen.

175. Catalpaholz.

Stammpflanze und Familie: *Catalpa catalpa* (L.) Karst. — Bignoniaceae.

Botanisches Synonym: *Catalpa bignonioides* Walt.

Nomenklatur: »Trompetenbaum«, »beautree«, »smoking bean«.

Heimat: Raschwüchsiger, bis 15 m hoher Baum im südwestlichen Georgien, westlichen Florida, Alabama und Mississippi. Durch Kultur weit verbreitet. — Mayr (2, 20) empfiehlt den forstlichen Anbau des Baumes wegen seines wertvollen Holzes auch für Mitteleuropa in den besten Lagen des »Castanetum«.

Holzcharakteristik (2, 20; 5, 138): Holz bis auf den schmalen, hellgrauen, nur 1—2 Jahresringe umfassenden Splint, von hellbrauner bis bräunlichgrauer, an helles Nußholz erinnernder Färbung, mit starkem, bis 5 mm dickem Mark, und mitunter ansehnlichen, bis 10 mm breiten Jahresringen. Im Querschnitt auffällig ringporig, die ziemlich gleichmäßig verteilten Gefäße und Gefäßgruppen zwischen den Porenzonen (sowie mitunter auftretende helle Querstreifchen im äußeren Spätholz) gleich den Markstrahlen meist erst mit der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt lebhaft glänzend, sehr deutlich nadelrissig (am auffälligsten und dichtesten in den Frühholzzonen), durch die Markstrahlen auf der Radialfläche auch fein querstreifig, auf der tangentialen Schnittfläche unter der Lupe fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 138): Jahresringe beginnen meist mit engen, nur 0,035—0,12 mm weiten Gefäßen. Auf diese folgen die größeren 0,17—0,25 mm weiten »Ringporen«. Gefäße einzeln oder zu 2—3 (selten mehr) in Reihen oder Gruppen. Die ebenso angeordneten Gefäße des Spätholzes von abnehmender, bis auf 0,035 mm sinkender Weite. Gefäßtüpfel breit, elliptisch bis fast kreisförmig oder, bei dichter Stellung, rundlich-eckig, mit schmal elliptischer, den Hofrand nicht immer erreichender Pore. Die Poren benachbarter Tüpfel münden oft in gemeinsame Wandfurchen. Die Grundmasse besteht aus gleichmäßig dünnwandigen, vorwiegend radial gereihten Zellen,

welche im Querschnitt von ungleicher Form und Größe und teils in radialer, teils in tangentialer Richtung gestreckt sind. Die weitesten Gefäße haben 0,020 bis 0,028 mm diam. Im äußersten Spätholz der Jahresringe liegt eine sehr auffällige Zone radial gereihter, stark abgeplatteter etwas dickwandiger Zellen (7- bis 12-schichtig), welche in den zugehörigen Jahresring stellenweise einspringen und dabei mit engen Gefäßen oder Gruppen solcher sich vereinigen. Im Längsschnitt erweisen sich diese Zellen, welche mitunter schon im Innern des Jahresringes Gefäße oder Gefäßgruppen umlagern und so im Querschnitt die Erscheinung der oben erwähnten Streifchen hervorrufen —, zum größeren Teile als enge Tracheiden mit Hoftüpfeln und zarten Schraubenleistchen, zum kleineren als Holzparenchym. Letzteres liegt auch in der nächsten Umgebung aller Gefäße. Im übrigen besteht die Grundmasse aus dünnwandigen Fasern (»Libriform«) mit spärlichen, winzigen, schief gestellten Tüpfelspalten auf den Radialflächen. Markstrahlen im Tangentialschnitt meist zweischichtig, manche durchaus oder zum Teil auch einschichtig, 0,14—0,53 mm hoch. Markstrahlzellen aufrecht elliptisch im Lichten 0,012 bis 0,024 mm hoch, 0,008—0,012 mm breit, die Endzellen meist nicht größer, alle ziemlich dünnwandig, im Radialschnitt meist liegend, manche aber auch kurz, quadratisch, selbst schmäler als hoch.

Beschaffenheit: Ziemlich glänzend, weich, leicht und ziemlich glatt spaltbar, sehr dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,42 (nach Mayr).

Inhaltsstoffe: Spärlicher gelbbrauner Wandbelag in den Holzparenchym- und Markstrahlzellen. Seltener sind auch ganze Zellen homogen ausgefüllt. Wände der Zellen und Gefäße farblos; die dünnen Thyllenwände meist gebräunt. Eisenchlorid schwärzt den Zellinhalt.

Verwendung: Wegen seiner großen Dauerhaftigkeit wird das Holz besonders für Wasserbauten, Brunnenröhren, Eisenbahnschwellen usw. verarbeitet (2, 20).

Bemerkung: Das Holz von *Catalpa Kaempferi* Sieb. et Zucc. (*C. ovata* G. Don, nach Mayr wahrscheinlich identisch mit der chinesischen *C. Bungei* C. A. Mayer) heißt in Japan »Ki-sasage«, stimmt im anatomischen Bau mit dem der *C. bignonioides* überein, scheint nach der vorliegenden Probe aber etwas hellere Kernfärbung und lebhafteren Glanz zu besitzen (1, 3). Jenes von *C. speciosa* Ward., dem westlichen Trompetenbaum Nordamerikas, dürfte auch kaum abweichen.

176. Lapacholholz.

Stammpflanze und Familie: *Tecoma ipé* Mart. — Bignoniaceae.

Botanisches Synonym: *Tabebuia avellanedae* Lorentz.

Nomenklatur: »Jpé tabaco«, »Lapacho negro«, »Pacho colorado«, »Toro ratay« (siehe auch Schlußbemerkung).

Heimat: Bis 30 m hoher Baum aus Argentinien, Südbrasilien, Paraguay und Uruguay.

Holzcharakteristik (5, 140): Holz lebhaft mumien- bis ockerbraun. Querschnitt mit feinen hellen, meist in zierliche Quer- und Schrägreihen geordneten Pünktchen und oft sehr auffälligen dunklen Querzonen, durch das spärlichere Auftreten oder ein völliges Aussetzen jener Pünktchen verursacht. Die Lupe zeigt in den letzteren offene oder in kleinerer bis größter Menge gelb ausgefüllte Gefäße, außerdem sehr feine Markstrahlen und meist auch zarte, helle Querlinien. Holzlängsschnitt fein nadelrissig. Die Gefäße sind auf frischen Längsschnittflächen durchweg oder stellenweise grünlich-gelb bis chromgelb ausgefüllt. Durchsägte Holzstücke erscheinen auf den rohen Schnittflächen oft gleichmäßig grüngelb. Holz im Radialschnitt meist mit dunkleren Längszonen, durch die Markstrahlen querstreifig, im Tangentialschnitt durch die hellen Gefäßzonen oft zierlich gefladert, unter der Lupe mit sehr gleichmäßiger Anordnung der Markstrahlen (als feine Strichelchen) in Stockwerken.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 140; 209; 14, 2; 15, 7): Gefäße 16—22 auf 1 qmm, 0,05—0,12, manche auch bis 0,17 mm weit, derbwandig, meist einzeln, oft von fast kreisförmigem Querschnitt, einzeln oder auch zu

2—3, seltener zu mehreren, radial gereiht. Gefäße von weitlumigem Holzparenchym mehr oder weniger reichlich umgeben, teils zerstreut, teils durch letzteres in querer wie schräger Richtung auf kürzere oder längere Strecken untereinander verbunden, stellenweise auch in mehrschichtige Querzonen von Holzparenchym eingebettet. Gefäßtüpfel mit oft wenig deutlichem, fast kreisförmigem, bis 0,012 Millimeter breitem Hof und elliptischer, bis 0,006 mm langer Pore, gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen kleiner, auch schmäler behöft. Dickwandige und meist äußerst englumige Fasern (»Libriform«) als Grundmasse, im Querschnitt von ungleicher Größe und Form, gewöhnlich ziemlich regellos gelagert, in schmalen Querzonen (Grenzen von Zuwachsschichten?) radial abgeplattet und von Holzparenchym durchsetzt. Fasertüpfel sehr eng, unbehöft. Letztere sind fast nur in dünnen Querschnittpräparaten zu erkennen und zu beurteilen. Markstrahlen im Tangentialschnitt in Querreihen (deren 8—11 auf 2 mm Höhe), meist 2—3-schichtig und 7—10 Zellen (0,10—0,22 mm) hoch, wenige nur einschichtig. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rundlich bis elliptisch, derbwandig, 0,012—0,020 mm hoch und bis 0,012 mm breit, die Endzellen meist nicht größer, im Radialschnitt alle liegend (wenn auch stellenweise stark verkürzt), ringsum ziemlich gleichmäßig getüpfelt. Holzparenchym meist zweizellig, auch bis vierzellig. Zellen des letzteren 0,08—0,16 mm hoch, auf den Radialwänden mit ansehnlichen Tüpfeln oder Tüpfelgruppen bedeckt. Kristallkammern fehlen.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer. Im Wasser oft sofort sinkend, oft schwer und sehr uneben bis zackig spaltend, dauerhaft, gut polierfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht sehr schwankend bis 1,100. Holzspäne färben Wasser gelb bis orangegelb, Alkohol tief gelbrot bis granatrot ohne Fluoreszenz; Eisenchlorid verwandelt die letztere Färbung unter Trübung in ein tiefes »Englisch-Rot« oder »Caput mortuum«, läßt die wässrige Flüssigkeit entweder unverändert oder verfärbt sie lichter bis dunkler grünschwarz. Das ockergelbe Sägemehl färbt destilliertes Wasser schwach gelblich, rötet kalkhaltiges; geringer Zusatz von Kalilauge vertieft diese Rotfärbung. Alkohol (96 %) wird durch Sägemehl goldgelb bis orangegelb gefärbt. Das Sägemehl wirkt nicht hautreizend, wohl aber in mäßigem Grade ein Holzauszug durch Alkohol, Äther oder Chloroform. Nur das Mehl des »Edelteak«- oder »Moaholzes« zeigt eine stark hautreizende Eigenschaft, die aber mit dem Lapacholgehalte nichts zu tun hat, sondern durch freie Harzsäuren verursacht ist (15, 7).

Inhaltsstoffe: In den meisten Gefäßen Anhäufungen von Lapachol [ein Oxy-Amylen-Naphthochinon (210)] (siehe Farbstoffe, 7) in Form grüngelber Kristalle (meist flache tafelförmige Prismen) oder kristallinischer Klumpen, welche in Kalilauge löslich sind und diese hierbei weinrot bis blutrot färben. Das Lapachol läßt sich schon aus kleinen Holzstücken durch Mikrosublimation an dem charakteristischen, gelbgrün gefärbten Anfluge erkennen. Im Sublimat sind flache, monokline tafelförmige Prismen von einem bis mehreren Millimeter Länge und bis 0,1 mm Breite besonders bezeichnend. Häufig erscheinen im Mikroskop mehrere bis viele solcher Kristalle zu breiten, zackig begrenzten Tafeln vereinigt oder treten in strahligen Gruppen oder in zierlicher dendritischer Anordnung auf (5, 140). Zuweilen zeigen sich auch dichte Anhäufungen kleiner, anscheinend nadelförmiger Kriställchen in konzentrischer, an geschichtete Pilzhüte oder Muschelschalen erinnernder Lagerung. Nicht immer sind die Sublimate durchweg grüngelb, sondern stellenweise auch zitronengelb bis orangegelb. Die letztere Färbung scheint einer den Kristallen äußerlich anhaftenden Substanz eigen zu sein, welche von Alkohol gelöst wird und bei raschem Eintrocknen der Lösung in der Umgebung der unveränderten, nun gleichsam gewaschenen Kristallhaufen in orangeroten bis karminroten Abscheidungen zurückbleibt. Bei sehr verzögertem Abdunsten des Alkohols bilden sich mitunter haarfeine orangefarbige, bis 6 mm lange, weder von Kalilauge noch von Salzsäure veränderte nadelförmige Prismen, die in Berührung mit Schwefelsäure sich mit einer violetten Hülle umgeben und unter

dieser allmählich verschwinden (5, 140; 211). Der Lapacholgehalt des Holzes soll bis 4% betragen. Als rasches Lösungsmittel des Lapachols aus dünnen, zu mikroskopischer Beobachtung bestimmten Holzschnittchen wirkt auch das zu diesem Zwecke von O. Tunmann (211) empfohlene Chloroform. Bei Anwendung des letzteren hinterläßt die vom Deckglasrande abdunstende Lösung sofort Lapacholkristalle. Sehr eigentümlich ist das von Wilhelm (5, 140) beobachtete Verhalten dieser — wie auch der durch Sublimation erhaltenen — gegen Kalilauge. Wo sie von dieser berührt werden, lösen sich von ihnen blutrote Tröpfchen ab, die sich zum Teil zu größeren kugelrunden, dunkelroten Klumpen vereinigen, während die ihre gelbe Färbung beibehaltenden Kristalle allmählich verschwinden, sich sozusagen »verbluten«. — Alkohol löst Lapachol nicht auf, wird aber durch feine Schnittchen des Holzes rötlich gefärbt. Markstrahl- und Holzparenchymzellen sind fast immer lapacholfrei, ihr Inhalt bräunlich oder rötlich bis gelb- oder rotbraun, meist in Krümeln oder Klümpchen oder einseitigen Wandbelegen, oft den größten Teil des Zellinnern freilassend, seltener diesen ganz einnehmend, in Alkohol mehr oder minder löslich. Ähnlich gefärbte Ausfüllungen mitunter auch in den Fasern. Die Wände aller Elemente, insbesondere der Fasern, sind bräunlich bis ockergelb, nehmen mit Kalilauge zuweilen eine goldgelbe Färbung an und färben sich mit Eisenchlorid gleich dem Zellinhalte schwärzlich bis schwarzbraun.

Verwendung: Zu Bauzwecken, besonders Schiffsbau, Bahnschwellen und Wasserbauten, ferner in der Drechslerei, Tischlerei und Wagnerei verarbeitet.

Bemerkungen: 1. Andere Hölzer, welche ebenfalls Lapachol enthalten, werden fälschlich schlechtweg unter dem Namen »Lapacholholz« gehandelt, wie z. B. das »Lapachoamarillo« von *Tecoma lapacho* K. Schum. aus Argentinien und Bolivien mit 1,93 % Lapachol, ferner das »Jpédocampo« von *Tecoma araliacea* (Cham.) P. D. C. aus Brasilien mit 7,64 % Lapachol.

2. Nach Wilhelm (5, 140) soll *Tec. ipé* eine Art »Greenhearthholz«, das »Surinam greenheart« liefern.

3. In dem Holze von *T. leucoxylon* (L.) Mart., dem »Grünen Ebenholz« (siehe II, 163) befindet sich kein Lapachol (5, 140), es ist also mit dem echten »Lapacholholz« nicht identisch.

4. Die Holzfäller und Sägewerke Argentiniens unterscheiden drei Arten von Lapacholholz: 1. »Lapacho de flor rosada«, in Santa Fé auch »Lapachillo«, in Chaco auch »Lapacho rosa« genannt. 2. »Lapacho de flor morada«. 3. »Lapacho de flor blanco«. Dieses Holz stammt jedoch von *Tec. lapacho* K. Sch., dem »Lapacho amarillo«. Der »Lapachillo« und der »Lapacho blanco« wachsen im allgemeinen nicht so, wie der »Lapacho de flor morada«. In der Holzqualität sind alle einander so gut wie gleich.

5. Das mit »Lapacholholz« benannte, angeblich aus Ostindien (nicht aus Australien!) stammende »Edelteakholz«, auch fälschlich »Moaholz« (siehe II, 116) genannt, wurde von Wilhelm untersucht und folgendermaßen gekennzeichnet: Holz lichtbräunlich-gelb mit etwas rötlichem Ton. Im Querschnitt verwaschene »Jahresringe« und sehr zahlreiche, vorwiegend in Schrägzeilen gestellte helle Pünktchen. Die Gefäße in letzteren wie die sehr feinen Markstrahlen erst unter der Lupe erkennbar. Im Längsschnitt fein nadelrissig, im radialen durch die Markstrahlen fein querstreifig, bei Lupenbetrachtung auch im tangentialen mit zarter Querstreifung. Kein »lebhaftes Flimmern«, wie Matthes und Schreiber (15, 9) an der Oberfläche des Holzes bei geeigneter Beleuchtung wahrgenommen haben und auf eingelagerte Kristalle von »Lapachonon« zurückführten, wohl aber unter der Lupe stellenweise gelber Zellinhalt. Von mittlerer Härte und Schwere, spaltet es unvollkommen, ist aber leicht schneidbar. Wasser wird rötlich, Alkohol schön orangerot gefärbt, der alkoholische Auszug durch Eisenchlorid tief gebräunt. Die Mikrosublimation liefert kleine bis große, orangegelbe bis rötlichgelbe, in Alkohol zerfließende Tropfen. In vielen dieser entstehen nachträglich monokline goldgelbe Pyramiden, flache Prismen oder dendritische kristallinische Bildungen, die dem von Matthes und Schreiber in diesem Holz bis zu 0,1 % nachgewiesenen Lapachol zuzuschreiben sind. Zusatz von Kalilauge zum Sublimat bewirkt in diesem unter anderem das Auftreten blutroter Tropfen von ungleicher Größe, stellenweise auch die Bildung ebenso gefärbter Büschel zierlicher, vermutlich dem rhombischen Systeme angehörender Kristallnadeln in einer aus feinsten rötlichen Körnchen gebildeten Grundmasse. Nach Matthes und Schreiber (15, 9) wirkt das Holz infolge seines Gehaltes an ungesättigten freien Harzsäuren stark hautreizend. **Das Mikroskop** zeigt im Querschnitt des Holzes etwa 15 ziemlich dickwandige Gefäße auf das Quadratmillimeter, letztere

liegen einzeln oder zu 2—5 radial gereiht oder in Gruppen nur 0,035 bis 0,12 mm weit, bei oft gleicher radialer wie tangentialer Breite. Gefäßtüpfel kreisrund, einander meist nicht berührend, etwa 0,008 mm breit, mit oft nur kurzem Porenspalt, gegen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms nicht abgeändert. In den Gefäßen große, sehr zartwandige Thyllen. Die Grundmasse bilden sehr dickwandige Fasern. Letztere im Querschnitt des Holzes meist rund mit konzentrisch geschichteter Wand, engem, oft fast punktförmigem Lichtraum und spärlicher, sehr kleiner Tüpfelung. Abplattung der Fasern in schmalen Querzonen durch Verkürzung des radialen Durchmessers deutet auf die Abgrenzung von Zuwachsschichten hin. Derbwandiges Holzparenchym nur an den Gefäßen, hier auch mehrschichtige, 2—4zellige Querzonen bildend, mit Ersatzzellen durchmischt. Markstrahlen 11 bis 16 auf 2 qmm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt in Querreihen (deren etwa 7—8 auf 2 mm Höhe), meist zweischichtig und 7—12 Zellen (0,11—0,26 mm) hoch, selten höher und breiter (dreischichtig), einzelne kleinere nur einschichtig. Markstrahlzellen ziemlich derbwandig, im Tangentialschnitt meist elliptisch, im Lichten 0,012—0,020 mm hoch und 0,008 bis 0,012 mm breit, die Endzellen gewöhnlich nicht oder doch nicht erheblich größer. Im Radialschnitt alle Markstrahlzellen liegend (die meisten Kantenzellen nicht verkürzt), ringsum klein getüpfelt (am reichlichsten auf den Tangentialwänden), gegen Gefäße der Tüpfelung dieser angepaßt. Ein glänzendweißer, kristallinischer Inhalt, der sich . . . mit konzentrierter Schwefelsäure indigoblau färbt, ist nicht vorhanden und auch „schwefelgelb kristallinische Ablagerungen", die Matthes und Schreiber als Gefäßinhalt des von ihnen untersuchten „Edelteakholzes" angeben, kommen nur selten vor. Die Wände der Gefäße und Zellen des vorliegenden „Edelteakholzes" sind leicht gebräunt. Die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms enthalten regellos geformte, gelb bis lebhaft rotbraun gefärbte Brocken und Klümpchen, auch fast farbloses Gekrümel; manche jener Zellen führen homogene Tröpfchen einer harzähnlichen, meist gelblichen Substanz, welche auch Wandbeläge sowie teilweise Ausfüllungen bildet und — gleich dem ersterwähnten Inhalt — durch Alkannatinktur lebhaft gerötet und von Alkohol restlos gelöst werden. Alkohol bringt auch eine da und dort in Gruppen von Markstrahl- und Holzparenchymzellen, seltener in Gefäßen angehäufte hellgrüne, im polarisierten Licht gelb aufleuchtende Substanz zum Verschwinden, die sich in Alkannatinktur nicht rötet, aber von Kalilauge — diese tief rot färbend — gelöst wird. Dieser Körper (Lapachol?) verursacht wohl auch das von Matthes und Schreiber (15, 9) als Lapacholreaktion gedeutete Auftreten kleiner kirschroter Pünktchen im „Edelteakholz" beim Betupfen des letzteren mit alkoholischer Kalilauge. Die genannten Autoren sind geneigt, aus der Benennung »Moaholz« die wahrscheinliche botanische Herkunft des von ihnen geprüften Holzes bei der Sapotaceengattung *Illipe* (*Bassia* L.) zu suchen. Eine als *Bassia sp.* von Wilhelm untersuchte Holzprobe zeigte aber ganz abweichenden Bau und keinen Lapacholgehalt. Das hell rötlichbraune, schlechtspaltende, mahagoniähnliche Holz ist ziemlich leicht und nicht hart, im Querschnitt mit kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen, durch diese auf der glänzenden Radialfläche rotbraun gestreift und auf der tangentialen unter der Lupe dicht gestrichelt, liefert bei der Mikrosublimation farblose Tröpfchen einer vom Alkohol rasch gelösten, durch Kalilauge gebräunten, anscheinend nicht oder nur wenig zur Kristallisation neigenden Substanz. Gefäße 0,16—0,21 mm weit, einzeln oder zu 2—6 in radialen Reihen oder in Gruppen, von solchen wie jenen nur 2—3 auf 1 qmm. Gefäßtüpfel einander meist abflachend, bis 0,012 mm breit, mit schmalem Porenspalt, gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abgeändert, doch einander weniger genähert. In den Gefäßen dünnwandige Thyllen mit großen Einzelkristallen von Kalziumoxalat. Derbwandige weitlichtige Fasern, radial gereiht, zum Teil gefächert, ohne merkliche Tüpfelung, bilden die Grundmasse. Holzparenchym nur an den Gefäßen, diese in einfacher, stellenweise verdoppelter Schicht umgebend. Markstrahlen 15—17 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt 0,12 bis 0,56 mm hoch, meist zweischichtig, manche auch dreischichtig, mitunter mit zentralem Sekretgang, einzelne ein- bis sechsstöckige nur einschichtig. Markstrahlzellen mit Tangentialschnitt meist elliptisch bis rechteckig, in wenigstöckigen einschichtigen Markstrahlen und an den Enden der mehrschichtigen 0,940 bis 0,060 mm, mitunter auch doppelt so hoch, im Radialschnitt teils liegend, teils nur wenig gestreckt bis quadratisch und aufrecht (so immer an den Markstrahlkanten), ziemlich dünnwandig, ringsum klein getüpfelt, an den Gefäßen der Tüpfelung dieser angepaßt. — Alle Parenchymzellen von homogenem, satt und lebhaft gelbbraunem bis rotbraunem Inhalt dicht ausgefüllt. Eisenchlorid färbt diesen tiefschwarz und bräunt auch die Thyllenwände. Mancherorts zeigen sich die Fasern (meist gruppenweise), mitunter auch Gefäße, vollständig von einer gelben, zwischen gekreuzten Nikols schwach leuchtenden, in Alkohol leicht und restlos löslichen Substanz angefüllt, die von Schwefelsäure unter Bräunung gleichfalls gelöst wird und durch Kalilauge eigenartige Trübungen erfährt. Solche Stellen verraten sich auf radialen Schnittflächen durch ihre Färbung schon dem freien Auge.

177. Bilingaholz.

Stammpflanze und Familie: *Sarcocephalus Trillesii* Pierre. Rubiaceae.

Nomenklatur: »N'Bilinga«.

Heimat: Hoher Baum des unteren Kongogebietes (212).

Holzcharakteristik (5, 141). Holz lebhaft ockergelb bis ockerbraun, im Querschnitt mit kenntlichen, nicht durchweg gleichmäßig verteilten, in manchen Querzonen reichlicheren Gefäßen, zum

Teil in schrägen Reihen und mit sehr zahlreichen, sehr feinen, erst unter der Lupe sichtbaren Markstrahlen. Im Längsschnitt sehr deutlich doch ungleichmäßig nadelrissig, durch den Wechsel je nach dem Lichteinfall bald hell, bald dunkel, bald glänzend, bald matt erscheinender Stellen gefällig gefladert, in den Gefäßfurchen unter der Lupe glänzend und mit nicht sehr reichlichen, orangeroten Ausscheidungen; auf der Radialfläche querstreifig; auf der tangentialen Schnittfläche bleiben die Markstrahlen auch bei Lupenbetrachtung unsichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 141): Gefäße 6—8 auf 1 qmm, meist einzeln, seltener paarweise, nicht gleichmäßig verteilt, mit Neigung zur Bildung schräger Reihen, 0,12 bis 0,31 mm weit. Gefäßtüpfel entweder wie die, welche bei den Markstrahlzellen beschrieben sind (siehe unten), oder größer, etwa 0,006 mm breit, kreisrund, mit schief gestellten, schmal spaltenförmigen Poren, die in entgegengesetzt schief verlaufende enge Wandfurchen münden. Markstrahlen sehr zahlreich, bis 27 auf 2 mm Querschnittsbreite, so daß jedes Gefäß der nämlichen Querschnittsfläche wenigstens mit einer Flanke an einen Markstrahl grenzt. Dickwandige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, in regelmäßigen Reihen gestellt, in denen auf Querschnitten die großen weiterlumigen dieser Elemente oft von kleinen engeren, sich seitlich einfügenden begleitet erscheinen; in den gemeinsamen Tangentialwänden der größeren meist je ein Hoftüpfelpaar mit ansehnlicher Schließhautscheibe, auf allen Seitenwänden behöft getüpfelt. Oft nur 1 bis höchstens 4 Fasertracheidenreihen zwischen je zwei benachbarten Markstrahlen. In den Tracheidenreihen auch vereinzeltes, weitzelliges, dünnwandiges Holzparenchym. Holzparenchymränder auf den Radialwänden meist mit kleinen Tüpfelgruppen. Markstrahlen im Tangentialschnitt sehr zahlreich, seitlich nur durch wenige Tracheiden (oft nur durch eine) getrennt, manche durchaus einschichtig und großzellig, viele (unter ihnen bis 1,5 mm hohe) zum Teil auch zwei- bis dreischichtig und in diesen Teilen kleinzellig. Durchaus einschichtige und einschichtige Strecken auch mehrschichtiger Markstrahlen 2—17 Zellen (0,17—0,88 mm) hoch (nur ausnahmsweise höher). Markstrahlzellen im Tangentialschnitt meist rechteckig (nur die endständigen zweiseitig zugeschärft), im Lichten 0,03—0,12 mm hoch und 0,012 bis 0,036 mm breit; zwei- bis dreischichtige Markstrahlteile (zuweilen zwei in einem Markstrahl) verhältnismäßig kurz, nur 3—8 Zellen (0,05—0,15 mm) hoch, die Zellen selbst in dieser Ansicht meist rundlich bis elliptisch, oft ungleich groß, mit 0,012—0,040 mm Durchmesser. Alle Markstrahlen ziemlich dünnwandig, auf den Tangentialwänden mit sehr kleinen Tüpfeln (feinen Nadelstichen vergleichbar), die kleineren Zellen im Radialschnitt liegend, die anderen hier kurz, oft quadratisch bis aufrecht, alle an Gefäße grenzende gegen diese mit kreisförmigen, meist dicht gestellten und in den Kreuzungsfeldern ein zartes Leistennetz aussparenden Tüpfeln.

Beschaffenheit: Mittelhart und schwer, ziemlich leicht- doch sehr uneben spaltend.

Prüfung: Wasser wird durch das Holz anfänglich nur hellgelb, Alkohol schön goldgelb gefärbt.

Inhaltsstoffe (5, 141): Alle Zell- und Gefäßwände gelb gefärbt. In den Gefäßen stellenweise tief orangegelbe Abscheidungen. In den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms oft gelbe bis gelbbraune Tropfen oder Klumpen. In manchen Markstrahlzellen Anhäufungen kleiner schmaler, zwischen gekreuzten Nikols nicht aufleuchtender, von Salzsäure restlos gelöster Kriställchen. Alkohol verändert die Färbung der Wände nicht, greift auch den Gefäßinhalt nicht an, löst aber den organischen Inhalt der Zellen zum größten Teile. Eisenchlorid bewirkt in Schnittpräparaten keinerlei Schwärzung.

Verwendung: Gutes Holz für Möbel- und Kunsttischlerei.

178. Hollunderholz.

Stammpflanze und Familie: *Sambucus nigra* L. — Caprifoliaceae.

Nomenklatur: »Gemeiner Holunder«, »Schwarzer Hollunder».

Heimat: Strauch oder kleiner Baum Europas und der Kaukasusländer.

Holzcharakteristik (5, 142): Holz gelblichweiß, in den äußeren Jahresringen zuweilen hellgelb, mit wenig auffälligem, licht gelblichgrauem Kern und dickem, bis 11 mm breitem Mark. Holzquerschnitt zeigt wellige, durch die hellen Frühholzzonen scharf hervortretende Jahresringe, zahlreiche, mitunter quergereihte helle Pünktchen und kenntliche Markstrahlen, aber erst unter der Lupe als Poren wahrnehmbar, im Frühholz zahlreiche Gefäße (zerstreutporig). Holzlängsschnitt deutlich nadelrissig, auf der Radialfläche spiegelnd, fein querstreifig.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 142; 213): Gefäße ziemlich gleichmäßig verteilt, meist zu 2—6, seltener zu mehreren in radialen Reihen oder Gruppen, im Frühholz bis 0,11 mm, im äußersten Spätholz oft nur noch 0,018 mm weit, mit einfach durchbrochenen Gliedern und meist kreisrunden bis eckigen, rundporigen, doch auch mit elliptischen querspaltporigen, 8—11 μ breiten Hoftüpfeln. Markstrahlen meist drei- bis vierschichtig, nur wenige einschichtig, die Zellen jener mehr oder weniger ungleich, die inneren, auffallend dickwandigen, im Tangentialschnitt rund, 4—13 μ weit, die randständigen oft größer, 19—38 μ hoch und bis 13 μ breit, die Kantenzellen ebenso, aber höher (bis 75 μ), wie jene im Radialschnitt kurz, hier ebenso hoch wie breit oder drei- bis viermal höher, gegen Gefäße dicht und ansehnlich getüpfelt. Dickwandige Fasern als Grundmasse, regellos gelagert, bis 35 μ breit und bis 16 μ weit, mit ziemlich zahlreichen, schief spaltenförmigen Tüpfeln. Diese Fasern sind z. T. Parenchymfasern und enthalten gelegentlich Stärkekörner (182; 213). Holzparenchym sehr spärlich, vereinzelt an Gefäßen und in den sehr deutlichen Spätholzgrenzen; in diesen auch Tracheiden.

Beschaffenheit: Hart, mittelschwer, zäh, ziemlich leicht spaltend, stark schwindend, wenig dauerhaft.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,53—0,76.

Verwendung: In der Drechslerei und zu Schnitzarbeiten, für welche das oft gemaserte Wurzelholz vor allem in Betracht kommt.

179. Holz des Gemeinen Schneeballs.

Stammpflanze und Familie: *Viburnum opulus* L. — Caprifoliaceae.

Nomenklatur: »Wasserholder«.

Heimat: Strauch der gemäßigten und kälteren Teile Europas, Asiens und Nordamerikas.

Holzcharakteristik (5, 143): Holz mit weißlichem bis rötlichweißem Splint, gelbbraunem, unangenehm duftendem Kern und bis 5 mm dickem, weißem Mark. Querschnitt mit undeutlichen Jahresringen und erst unter der Lupe sichtbaren feinen Markstrahlen sowie gleichmäßig verteilten, sehr engen Gefäßporen. Holzlängsschnitt etwas glänzend, kaum nadelrissig.

Anatomische Holzcharakteristik (3, 2; 5, 143; 213): Gefäße zahlreich, etwa 100 bis gegen 200 auf den Quadratmillimeter, im Querschnitt oft eckig, meist einzeln, gleichmäßig verteilt, gewöhnlich 0,03—0,07 mm weit, mit leiterförmig durchbrochenen Gliedern (deren bis 0,15 mm lange, schräge Endflächen bis 40 zarte Spangen aufweisen), und runden, schrägporigen oder schmal elliptischen, bis 16 μ langen querspaltporigen Hoftüpfeln. Markstrahlen meist 0,16—0,32, manche auch bis 0,75 mm hoch, teils durchaus einschichtig, mit 27—108 μ hohen und 3—8 μ breiten Zellen (deren radialer Durchmesser der Höhe gleich ist oder bis achtmal kürzer bleibt), teils streckenweise (seltener durchweg) zweischichtig; die Markstrahlzellen dann im zweischichtigen Teil klein, 8—16 μ hoch und im Radialschnitt bis gegen 70 μ lang, im einschichtigen 27—54 μ hoch, im Radialschnitt quadratisch oder kürzer als hoch. Dickwandige Fasertracheiden als Grundmasse, diese radial geordnet, oft von rechteckigem Querschnitt, bis 22 μ breit und bis 16 μ weit, mit großen, bis 5 μ breiten, kreisförmigen, schräg spaltporigen Hoftüpfeln, sonst glattwandig. Michael (213) fand auch spärliche Sklerenchymfasern, d. h. Fasern mit »langen, unbehöften Spaltentüpfeln«. Holzparenchym spärlich, vereinzelt an Gefäßen und in der Grundmasse.

Beschaffenheit: Hart, schwer, schwerspaltig, doch gut zu drehen und zu spalten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,892 [nach Mathieu (55, 4)].

Inhaltsstoffe: In den Markstrahl- und Holzparenchymzellen des Kernes gelbbrauner, in Alkohol unlöslicher, von Eisenchlorid geschwärzter oder doch rauchbraun gefärbter Inhalt.

Verwendung: Hauptsächlich für Spazierstöcke und Pfeifenrohre.

180. Holz des Wolligen Schneeballs.

Stammpflanze und Familie: *Viburnum lantana* L. — Caprifoliaceae.

Nomenklatur: »Schlingstrauch«.

Heimat: Strauch Mittel- und Südeuropas sowie Nordafrikas.

Holzcharakteristik (3, 2; 5, 144): Holz mit gelblich- oder rötlichweißem Splint, mit lebhaft rötlich-gelbbraunem, eigenartig nach gegerbtem Leder oder Lebkuchen duftendem Kern und mit bis 5 cm dickem Mark. Holzquerschnitt mit wenig auffälligen (im Kern deutlicheren) Grenzen der Jahresringe, erst unter der Lupe kenntlichen Markstrahlen und ungleich engen Gefäßen, deren weiteste in jeweilig einfacher Reihe die Jahresringe beginnen. Holzlängsschnitt kaum nadelrissig, wenig glänzend.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 144): Gefäße im Frühholz der Jahresringe auffallend weiter als im übrigen Teil des Holzes, hier meist nur 0,05 bis herab zu 0,01 mm, dort bis 0,09 mm weit; oft von eckiger Querschnittsform. Fasertracheiden sämtlich oder doch zum Teil mit zierlichen Schraubenleistchen, außerdem mit kreisförmigen, schräg spaltporigen Hoftüpfeln. Sonst wie das Holz des Gemeinen Schneeballs (siehe Nr. 179).

Beschaffenheit: Hart, schwer, schwerspaltig, gut dreh- und schneidbar.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,84 [nach Mathieu (55, 4)].

Verwendung: Zu kleineren Drechslerwaren, Spazierstöcken und Pfeifenrohren.

181. Beinholz.

Stammpflanze und Familie: *Lonicera xylosteum* L. — Caprifoliaceae.

Nomenklatur: »Gemeine Heckenkirsche«.

Heimat: Europa bis Sibirien und Kaukasus.

Holzcharakteristik (5, 145): Holz mit gelblich- oder rötlichweißem, 5 bis 10 Jahresringe umfassendem Splint, mit gelbbraunem Kern, 2—3 mm dickem, mitunter hohlem Mark und deutlichen, durch feine aber scharfe helle Grenzlinien geschiedenen Jahresringen, in welchen die Markstrahlen erst unter der Lupe, die äußerst engen Gefäße oft kaum mit dieser zu erkennen sind. Im Längsschnitt gleichmäßig dicht und fast glanzlos.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 145): Gefäße 0,013—0,045 mm weit, meist einzeln, im Querschnitt oft eckigrund, die weitesten den Jahresring beginnend und im Frühholz desselben dichter gestellt als die im übrigen Teil des letzteren ziemlich gleichmäßig verteilten engeren; alle mit einfach durchbrochenen Gliedern. Nach Michael (213) sollen auch leiterförmige Gefäßglieddurchbrechungen vereinzelt vorkommen. Die Gefäßwände mit elliptischen, querspaltporigen Hoftüpfeln und Schraubenleistchen besetzt. Markstrahlen entweder einschichtig, 0,10—0,56 mm hoch, mit 13 bis 54 μ hohen, bis 10 μ breiten Zellen, oder 60 μ hoch, ganz oder teilweise zwei- bis vierschichtig; im letzteren Falle mit nur 8—16 μ hohen und bis 8 μ breiten Zellen. Alle hohen Markstrahlzellen kurz, im Radialschnitt quadratisch; die kantenständigen auch bis viermal höher als breit; die niederen Markstrahlzellen bis dreimal länger als hoch. Dickwandige Fasertracheiden mit kleinen, oft weiträumigen Hoftüpfeln und Schraubenleistchen, als Grundmasse. Holzparenchym ziemlich spärlich, nur im Beginn der Jahresringe etwas reichlicher.

Beschaffenheit: Sehr hart und dicht, schwer, ziemlich schwerspaltig, sehr dauerhaft. Wohl das zäheste der mitteleuropäischen Hölzer (23, 4).

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,90.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen und in einzelnen Markstrahlzellen des Kernes gelbbrauner Inhalt.

Verwendung: Zu kleineren Drehwaren, Pfeifenröhren, Ladestöcken usw.

Bemerkung: Mit »Beinholz« wird hie und da auch das Holz von Hartriegelarten (siehe Nr. 158 u. 159) bezeichnet.

182. Korkhölzer.

Eine Anzahl meist tropischer Holzgewächse der verschiedensten Familien liefern in ihrem Stamm- oder Wurzelholz »Korkholz«, d. h. ein Holz, welches in seinen physikalischen Eigenschaften dem echten Kork mehr oder weniger gleichkommt. Solche Hölzer weisen zwar im anatomischen Bau Unterschiede auf, ähneln sich aber dadurch, daß ihre Formelemente außergewöhnlich dünn und größtenteils inhaltsleer sind, d. h. in trockenem Zustand nur Luft enthalten. Die dünnwandigen Elemente bedingen nicht nur ein sehr geringes spezifisches Gewicht, welches bis auf 0,21 (*Leitneria spec.*) und noch tiefer (Ambatschholz) herabsinken kann, sondern auch eine oft überraschende Weichheit und ein Gefüge, welches dem Messer nach keiner Richtung hin Widerstand leistet.

Die wichtigsten Korkhölzer des Handels sind:

a) Das Balsaholz.

Stammpflanze und Familie: *Ochroma lagopus* Swartz. — Bombacaceae.

Nomenklatur: »Westindisches Korkholz«, »Guano«, »cork wood«.

Heimat: Bis 25 m hoch werdender Baum der nördlichen Teile des tropischen Südamerika, der Antillen und Zentralamerikas. In Kostarika angebaut.

Holzcharakteristik (5, 151; 216, 1 u. 2; 217; 220): Das mit einem 8 bis 15 mm dicken, bräunlichen Mark versehene Holz ist oft stark exzentrisch gebaut, mit dem Fingernagel leicht tief zu furchen, etwas seidig glänzend, auf der frischen Schnittfläche weißlich, hie und da mit einem Stich ins Rotbräunliche. Beim Liegen an der Luft wird das Holz lichter. Im Querschnitt sind weite, gleichmäßig verteilte Gefäßporen zu erkennen, welche einzeln oder zu 2—3 vereinigt liegen. Die hellen oder geschlängelten Markstrahlen heben sich von dem dunkleren Grund ab.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 151; 218): Gefäße 0,13 bis 0,30 mm weit, an den Berührungsstellen mit anderen Gefäßen mit dicht aneinander gedrängten, runden bis eckigen, etwa 13 μ breiten, rundporigen Hoftüpfeln besetzt, gegen Markstrahlen und Holzparenchym auch abweichend getüpfelt. Holzparenchym bildet die Grundmasse und gleicht im Querschnitt einem größtenteils weitmaschigen Holzwerk. Holzparenchymzellen dünnwandig, weitzellig, inhaltslos, in meist etwa 0,4 mm langen (hohen) Reihen von gewöhnlich 3—4 Zellen. Die Radialwände spärlich getüpfelt. Der radiale Durchmesser der Zellen kann 30—100 μ, der tangentiale bis 60 μ messen. Allgemein sind die den Gefäßen anliegenden Holzparenchymzellen weit enger als die übrigen; sie zeigen den für diese Elemente gewöhnlichen Bau. Zwischen die Holzparenchymreihen eingeschoben erscheinen lange, spitzendige, nur 19—30 μ breite Fasern, welche einzeln oder zu 2—3 zusammenliegen; ihre höchstens 5,5 μ dicken Wände von kleinen, steil aufgerichteten, spaltenförmigen Tüpfeln durchbrochen. Zahlreicher, in kurzen Querreihen, finden sich diese Zellen, die man wohl als (ihren Namen freilich wenig rechtfertigende) Sklerenchymfasern ansprechen darf, nur in einzelnen konzentrischen Zonen, die sich auch durch die geringere Weite und rechteckige Querschnittsform der hier abgeplatteten Holzparenchymzellen auszeichnen. Die Markstrahlen erscheinen im Tangentialschnitt meist aus Zellen sehr ungleichen Durchmessers gebildet. Sie treten aus der Grundmasse wenig deutlich hervor, zeigen aber gewöhnlich spitze Endzellen; auch lassen sich die ihnen zugehörigen großen Zellen von den benachbarten der Grundmasse oft an der (den letzteren fehlenden) zarten Tüpfelung der Tangentialwände unterscheiden. Die Höhe der Markstrahlen beträgt 0,20—3,00 mm und mehr, ihre Breite bis 0,12 mm; die kleinen, nur 19 μ weiten Markstrahlzellen sind im Radialschnitt bis 0,19 mm lang, die großen bis 108 μ hoch und oft nur 34 μ breit.

Beschaffenheit: Das Holz besteht aus fast reiner Zellulose. Es ist außergewöhnlich leicht, sehr weich, äußerst elastisch und relativ fest (Fichtenholz ist doppelt so fest). Seine Schwimmkraft ist dreimal so groß wie die des Korkes (216).

Prüfung: Im trockenen Zustande: 116,7 kg je 1 cbm. Das Gewicht schwankt von 70,0—160,0 g für das Kubikdezimeter (219).

Inhaltsstoffe: In Holzparenchym und Markstrahlzellen großkörnige Stärke und schön ausgebildete Kristalle.

Verwendung: Zu Schwimmgürteln, Bojen, vor allem Minenbojen, als Flaschenkorkersatz, Wärme- und Kälteschutzmittel, im Flugzeugbau (Schwimmer), als Verpackungsmaterial für feine Möbel oder Metalle, Puffer, Phonographen usw.

Bemerkungen: 1. Die Einfuhr in Hamburg betrug 1921: 10 000 kg, in den Vereinigten Staaten im Jahre 1920: $5^1/_2$ Millionen kg (219).

2. Das Balsaholz wurde lange Zeit für wertlos erachtet, ist aber zur Zeit eins der wertvollsten Naturprodukte. Entdeckt wurde es durch den Kapitän Lundin, der sich 1906 mit der Verbesserung maritimer Rettungsmittel befaßte. Nachdem es gelang, das Holz durch ein Verdichtungsverfahren (Überziehen der Zellen und Gefäße mit einer äußerst dünnen Haut) wasserdicht zu machen, wurden Rettungsboote und -ringe aus dem Holz hergestellt. Ein Rettungsring vermag je nach seiner Größe 14—60 Personen zu tragen.

3. Während des Krieges waren die 250 Meilen Minensperre über die Nordsee durch 70 000 aus Balsaholz gefertigte Minenbojen hergestellt.

b) Fromage de Hollande.

Stammpflanze und Familie: *Bombax malabaricum* D. C. — Bombacaceae.

Botanisches Synonym: *Bombax ceiba* L. (nicht zu verwechseln mit *Ceiba pentandra* (L.) Gärtn.)

Nomenklatur: »Indian cotton tree«, »Simbal«, »Semal«, »cork wood«, »Malabulak«.

Heimat: Sehr großer Baum Britisch-Indiens bis Nordaustraliens.

Holzcharakteristik (221): Holz in frischem Zustand weiß, an der Luft nachdunkelnd. Kernholz und Jahresringe fehlen. Gefäßporen sehr groß, spärlich. Markstrahlen fein bis breit, zahlreich, jedoch nicht deutlich.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 151; 222): Das Holz besteht aus sehr dünnwandigen, ringsum getüpfelten, in regelmäßige Stockwerke geordneten, an den Enden dachförmig zugeschärften Ersatzzellen, von denen einzelne in Kristallkammern geteilt sind, ferner aus dickwandigen, ohne Beziehung zu den Gefäßen in mehrschichtigen Querzonen auftretenden Sklerenchymfasern. Die Markstrahlen sind häufig sehr groß, bis 8 Zellen (0,25 mm) breit und bis über 1,00 mm hoch, ihre Zellen bis 54 μ weit.

Beschaffenheit: Sehr weich, von äußerst geringer Dauer. Unter Wasser dauerhaft.

Prüfung: Lufttrockengewicht etwa 400 kg je 1 cbm. (Nach Brandis.)

Verwendung: Für Pack- und Teekisten, Gerätestiele, Schwimmer, für Fischnetze, Koffer, Spielsachen und zum Bootsbau.

c) Bumáholz.

Genaue Beschreibung dieses Holzes siehe unter »Bumáholz« (II, 142).

d) Mojoholz.

Stammpflanze und Familie: *Hibiscus elatus* Swartz. — Tiliaceae.

Botanische Synonyme: *Hib. tiliaceus* L., *H. similis* Bl., *Hib. elatus* D. C.

Nomenklatur: »Korkholzbaum der Antillen«, »Majagua«, »Mahot«, »Bola«.

Heimat: Bis 21 m hoch werdender Baum des tropischen Amerika, besonders an den Seeküsten verbreitet.

Holzcharakteristik: Nußbraunes, bisweilen purpurn überlaufenes Holz. Gefäßporen sehr zahlreich, klein bis mittelgroß, einzeln oder häufig in Gruppen angeordnet. Markstrahlen fein, nicht sehr breit, undeutlich.

Beschaffenheit: Sehr leicht, leicht zu bearbeiten, hart, grobfaserig, sehr biegsam und dauerhaft. Das Holz soll langfasriger und dauerhafter als Eschenholz sein.

Prüfung: Pfefferartiger Geruch, Lufttrockengewicht: 559—607 kg je 1 cbm.

Verwendung: Zu Schwimmern von Fischernetzen, zum Bootsbau, zur Wagnerei, zu Gewehrstöcken, Angelruten, Einlegearbeiten (für diese Zwecke führt es auch den Namen »Rosenholz«).

e) Ambatsch.

Stammpflanze und Familie: *Aeschynomene elaphroxylon* (Guill. et Perr.) Taub. — Leguminosae — Papilionatae.

Nomenklatur: »Ambasch«, »Bimba«.

Heimat: Bis 15 m hoher Baumstrauch des tropischen Afrika (Sudan, Damaraland, Mosambik) und Madagaskars (2,25).

Holzcharakteristik: Holz weiß, ohne besondere Charakteristik (92).

Anatomische Holzcharakteristik (5, 151; 56, 3; 222; 223; 224): Die nur bis 27 μ hohen, an den dachförmig zugeschärften Endflächen dicht und zierlich getüpfelten, vereinzelt und in Kristallkammern geteilten Ersatzzellen [nach Strassburger »gestauchte Holzfasern« (39, 5)] bilden höchst regelmäßige Stockwerke, denen sich die kleinen, stets einschichtigen Markstrahlen einfügen. Die Gefäße liegen immer ganz oder doch zum Teil in meist schmalen, kürzeren oder längeren, sich seitlich flügelartig auskeilenden Querschichten von Sklerenchymfasern. Letztere sind dreimal länger bzw. höher als die Ersatzzellen. Im Holz des »Ambatsch« finden sich auch auffällige, von Gefäßen durchzogene mehrschichtige Markstrahlen, deren Entstehung mit der Anlage von Adventivwurzeln am lebenden Stamme zusammenhängt.

Beschaffenheit: Außerordentlich weich und fasrig, dauerhaft.

Verwendung: Zur Herstellung von Flößen (Schwimmholz), Booten, Rudern, Betten, Stühlen, Kisten usw., welche solchen aus Elfenbein täuschend ähnlich sehen.

f) Erythrinahölzer.

α) Stammpflanze und Familie: *Erythrina caffra* Thunb. — Leguminosae — Papilionatae.

Nomenklatur: »Kafferboom«, »Kafir tree«, »Umsinsi«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum des südöstlichen Kaplandes bis Natal.

Holzcharakteristik usw.: Der Baum liefert ein Korkholz, welches in der Struktur des Holzes dem von *Bombax Malabaricum* D. C. (siehe Nr. 182, b) sehr ähnlich ist.

β) Stammpflanze und Familie: *Erythrina crista galli* L.

Nomenklatur: »Ceibo«, »Curtizera«, »Zuinan«.

Heimat: Bis 20 m hoher Baum Brasiliens und Argentiniens.

Holzcharakteristik: Das sehr leichte, korkartige Holz ist nicht dauerhaft (2 Jahre) und hat ein spez. Lufttrockengewicht von 0,228. Es wird im Bootsbau benutzt und dient als Schwimmer für schwere Hölzer.

γ) Stammpflanze und Familie: *Erythrina indica* Lam.

Nomenklatur: »Pangra«, »Dapdap«, »Indian coral tree«, irrtümlich auch »fire tree«.

Heimat: Mittelgroßer Baum Indiens bis Australiens.

Beschaffenheit: Das weiche Holz läßt sich leicht und gut polieren und wird zu Schachteln, Messerscheiden und Spielwaren verarbeitet.

g) Chatwan.

Stammpflanze und Familie: *Alstonia scholaris* Br. — Apocynaceae.

Nomenklatur: »Chatim«, »Pala«, »Dita«.

Heimat: Bis 31 m hoch werdender, immergrüner Baum der feuchteren Gegenden Indiens, Ceylons, des malaiischen Gebietes, der Philippinen und Molukken, Neu-Guineas und Australiens.

Holzcharakteristik (222): Holz weiß.

Anatomische Holzcharakteristik (5, 151): Das Holz zeigt deutliche Jahresringe. Die Grundmasse besteht wesentlich aus faserförmigen, in regelmäßigen Radialreihen geordneten dünnwandigen Zellen. Die Gefäße treten vorwiegend in Gruppen auf. Normales Holzparenchym bildet vereinzelte, an Gefäße meist anschließende Querreihen. Die Markstrahlen, unter dem Mikroskop in jeder Ansicht des Holzkörpers deutlichst unterscheidbar, sind meist zweischichtig, 0,17—0,70 mm hoch und kleinzellig; manche umschließen einen im Tangentialschnitt runden, meist 40 μ weiten Hohlraum.

Beschaffenheit: Weich, glattfasrig, schlecht zu trocknen, verfärbt sich leicht.

Prüfung: Lufttrockengewicht: 447,7 kg je 1 cbm (nach Gamble).

Verwendung: Zu Kisten, Möbeln, Schuhsohlen, Musikinstrumenten, Schwimmern für Fischnetze, Koffern usw.

h) Bosenge.

Genaue Holzcharakteristik usw. siehe unter »Schirmbaumholz«. Dieses »Westafrikanische Korkholz« läßt sich nicht zu künstlichen Beinen verarbeiten, ist aber für Spielwaren und kleinere Gegenstände, sowie für Papierstoff geeignet (226).

i) Weniger wichtige Korkhölzer.

Commiphora africana (Arn.) Engl. — Burseraceae.

Leitneria floridana Chapm. Das »Korkholz von Missouri«. — Leitneriaceae.

Anona muricata. Stamm und Wurzelholz liefern Korkholz. — Anonaceae.

Anona palustris und andere Anonaceen, wie *Xylopia aethiopica,* dessen Wurzelholz »Korkholz« liefert.

Sonneratia pagatpat Blanco. — Sonneratiaceae.

Bemerkung: Unter dem Sammelnamen »Korkholz« führte Deutschland ein:

im Jahre 1925 = 261 958 dz
im Jahre 1926 = 246 956 dz.

Durchgeführt durch Deutschland wurden:

im Jahre 1925 = 6977 dz
im Jahre 1926 = 8895 dz.

III. Bestimmungsschlüssel der wichtigsten Nutzhölzer.

Nachfolgender Schlüssel ist in sachlich unveränderter Form so wiedergegeben, wie er von Wilhelm (5) aufgestellt wurde. Ob es überhaupt möglich sein wird, einen einwandfreien Schlüssel zur Bestimmung der Nutzhölzer zu schaffen, scheint in Anbetracht der Variationsbreiten äußerer (Farbe usw.) wie innerer Erkennungsmerkmale mehr als fraglich, um so mehr, als die Standortsbedingungen das Holz ein und derselben Art so stark beeinflussen, daß man seine Zugehörigkeit häufig ohne Blatt- und Blütenmaterial zu erkennen nicht imstande ist. Wilhelm (5) trägt dem dadurch Rechnung, daß er sagt:

„Dieser »Schlüssel« stellt einen Versuch dar, die vorliegende Bearbeitung der dem Verfasser zugänglich gewesenen Nutzhölzer von Laubbäumen den oben angegebenen Zwecken dienstbar zu machen. Es handelt sich dabei nur um einen Führer durch die Beschreibungen, um die Nummern derjenigen auffinden zu lassen, die im Bedarfsfalle bei genauer Vergleichung untereinander sowie mit der fraglichen Holzprobe eine »Bestimmung« oder »Identifizierung« ermöglichen können. Auf die Ausarbeitung eines vollständigen analytischen Bestimmungsschlüssels, der in üblicher Weise durch fortgesetzte Gegenüberstellung unterscheidender äußerer wie mikroskopischer Merkmale schließlich zu dem gesuchten Namen führen würde, mußte hier schon aus Raumrücksichten verzichtet werden. Die Unvollkommenheiten dieses Versuches wird der Sachkundige mit den im Gegenstande selbst liegenden Schwierigkeiten zu entschuldigen wissen."

A. Ringporige Laubhölzer.

Jeder Jahresring beginnt mit einer oft scharf hervortretenden Zone weiter Gefäße, die im Querschnitt des Holzkörpers meist schon mit freiem Auge (seltener erst unter der Lupe) als deutliche Poren unterscheidbar sind und in Längsschnitten oft sehr auffällige Längsfurchen bilden, die hier das Holz zonenweise grob »nadelrissig« erscheinen lassen. Die übrigen Gefäße sind mehr oder weniger unvermittelt enger, im Querschnitt mit freiem Auge nicht mehr als Poren erkennbar, regellos zerstreut oder stellenweise zusammengedrängt. In letzterem Falle zeigt das Holz im Querschnitt helle, in jedem Jahresring bzw. in gewissen Abständen sich wiederholende Zeichnungen. Zuweilen sind diese erst mit der Lupe wahrnehmbar.

a) Zwischen den Porenzonen helle, nach außen (gegen die Rinde) oft verbreiterte Radialstreifchen, den Markstrahlen parallel oder schräg verlaufend, mitunter verzweigt, eine zierliche »geflammte« Zeichnung bewirkend: Edelkastanienholz; Ringporige Eichenhölzer; Weinrebenholz.

b) Zwischen den Porenzonen helle, zuweilen unterbrochene Querstreifchen: Ulmenholz; Zürgelbaumholz; Götterbaumholz; Judasbaumholz; Afrikanisches Grenadilleholz (Splint); Goldregenholz.

c) Zwischen den Porenzonen helle Pünktchen, zuweilen im Spätholz der Jahresringe (seltener durchaus) zu kurzen Quer- und Schrägstreifchen zusammen-

fließend oder keine auffällige Zeichnung bildend.

α) Ringporigkeit schon mit dem freien Auge oder doch bei mäßiger Lupenvergrößerung auffällig (mitunter ungleichmäßig).

*1. Holz hell splintfarben, oft etwas gelblich oder rötlich: Hickoryholz; Götterbaumholz; Persimmonholz; Gemein. Eschenholz; Blumeneschenholz.

*2. Holz hellgrau bis hellbraun oder gelbbraun bis dunkelbraun: Hickoryholz; Maulbeerbaumholz; Goldregenholz; Schotendornholz; Teakholz; Paulowniaholz; Catalpaholz; Sassafrasholz.

*3. Holz zimtbraun: Cedrelaholz.

*4. Holz goldgrün: Judasbaumholz; Fisetholz.

*5. Holz rosenrot: Brasilianisches Rosenholz.

*6. Holz hell- bis tief rötlichbraun: Prunushölzer.

*7. Holz hellviolett bis violettbraun: *Dalbergia nigra*-Holz; Ostindisches Palisanderholz; Blauviolettes Königsholz.

β) Ringporigkeit erst bei starker Lupenvergrößerung festzustellen.

* Breite der Markstrahlen größer als die Weite der Frühholzgefäße, Holz gelb: Sauerdornholz.

** Breite der Markstrahlen der Weite der Frühholzgefäße gleich oder schmäler.

. Kernholz fehlend oder hellbraun: Rainweidenholz; Beinholz.

.. Kernholz hellviolett: Fliederholz.

... Kernholz rot: Faulbaumholz.

B. Zerstreutporige Laubhölzer.

Hier nehmen die Weite und meist auch die Zahl der Gefäße im Jahresring vom Früh- zum Spätholz allmählich ab oder sind nur wenig oder nicht verschieden, besonders dann, wenn Jahresringe undeutlich oder überhaupt nicht erkennbar sind. Die Gefäße können gleichmäßig verteilt oder in Reihen oder Gruppen geordnet sein und in letzterem Falle mehr oder weniger auffällige Zeichnungen hervorrufen; bei manchen Hölzern ohne weiteres als deutliche Poren kenntlich, werden sie bei anderen erst unter der Lupe sichtbar. Die meisten der von den Laubbäumen gelieferten Nutzhölzer gehören in diese Abteilung. Doch darf nicht übersehen werden, daß in der Natur eine scharfe Grenze zwischen »ringporigen« und »zerstreutporigen« Laubhölzern nicht besteht und in manchen Fällen in beiden Abteilungen nachzusehen sein wird.

I. Alle oder doch viele Markstrahlen im Querschnitt des Holzes breiter als der Querdurchmesser der meisten Gefäße und hier oft schon mit freiem Auge sichtbar, zuweilen sehr auffällig.

a) Markstrahlen ungefähr gleichbreit und nahe beisammen; Abstände zwischen ihnen wenig ungleich.

α) Gefäße auf bogig verlaufende helle Querzonen beschränkt: Proteaceenhölzer.

β) Gefäße nicht auf Querzonen beschränkt, doch in Jahresringen im Frühholz meist zahlreicher. Holz gelblich bis hellbraun.

. im Querschnitt auffällig gezeichnet.

† für das freie Auge sichtbar: Zerstreutporige Eichenhölzer.

†† erst unter der Lupe sichtbar: Casuarinahölzer; Bobanjaholz.

.. im Querschnitt nicht auffällig gezeichnet.

† Markstrahlen derb, auf allen Schnitten in die Augen fallend: Platanenholz.

†† Markstrahlen feiner, zuweilen erst mit der Lupe sichtbar.

*1. Holz hell splintfarben, dabei etwas gelblich oder rötlich: Stechpalmenholz; Pimpernußholz; Ahornholz; Bumaholz; Barringtoniaholz; Cornusholz.

*2. Holz gelblich bis ockergelb: Westindisches Seidenholz; Ostindisches Seidenholz; Hollunderholz.
*3. Holz hellbraun: Traubenkirschenholz.
*4. Holz hell rötlichgelb oder heller bis tiefer rötlichbraun: Zwetschgenbaumholz; Vogelkirschenholz; Ndukuholz; Bosambiholz; Baumheidenholz.
*5. Holz kupferrot, Markstrahlen oft weißlich: Boséholz.
*6. Holz dunkelbraun und schwarz geadert: Ziricotaholz.

b) Breite, schon dem freien Auge sichtbare Markstrahlen nicht nahe beisammen, sondern um ungleiche, bis 0,5 cm messende oder auch breitere Abstände voneinander entfernt; in den Zwischenräumen schmale, erst mit der Lupe sichtbare Markstrahlen.

α) Breite Markstrahlen scharf hervortretend, unter der Lupe von gleichmäßig dichtem Gefüge: Casuarinaholz; Rotbuchenholz.

β) Breite Markstrahlen oft weniger auffallend, unter der Lupe in schmale Parallelstreifchen sich auflösend: Erlenholz; Gemeines Haselholz; Baumhaselholz; Weißbuchenholz.

II. Markstrahlen schmäler oder doch nicht breiter als die Gefäße, im Quer- wie im Tangentialschnitt des Holzes mit freiem Auge zuweilen noch wahrnehmbar, meist aber unkenntlich, oft äußerst fein, bei manchen ausländischen Hölzern auf der Tangentialfläche in Querzonen geordnet und hier (unter der Lupe) eine feine Querstreifung bewirkend.

a) Die Querschnittsfläche zierlich »geflammt«, zeigt helle radiale, oft flammenartig verzweigte Streifchen, gewöhnlich auch konzentrische, das Frühholz der Jahresringe bezeichnende helle Querzonen: Kreuzdornholz; Hopfenbuchenholz (129).

b) Die Querschnittsfläche (»Hirnfläche«) zeigt schon dem freien Auge oder doch unter der Lupe zahlreiche gröbere bis äußerst feine, oft wellige und einander sehr genäherte Querstreifen, meist auf längere Strecken hin ununterbrochen verlaufend, seltener stellenweise nur kurz oder in Punktreihen aufgelöst, meist hell auf dunklem Grund (seltener umgekehrt) und an Gefäße sich ansetzend oder solche einschließend; im Längsschnitt bei kräftigerer Ausbildung schmale Längsstreifen oder unregelmäßige, oft zackig verlaufende Querbinden bildend. Gefäße mitunter durch Kernstoff verstopft.

α) Holz hell splintfarben, dabei etwas gelblich, grünlich, rötlich oder bräunlich.

* Querstreifchen sehr zart: Casuarinaholz; Nußbaumholz; Westindisches Grenadilleholz (Splint); Bosáoholz; Kaukasisches Flügelnußholz; Mukonjaholz; Bokukaholz.
** Querstreifchen derber, schon mit freiem Auge sichtbar.
. Hirnfläche sehr auffällig gezeichnet, einem lockeren, weißlichen Fadengewebe ähnlich: Bóngeleholz.
.. Hirnfläche anders gezeichnet: Bonjangaholz; Sisakoholz.

β) Holz heller oder dunkler gelb bis rötlichgelb oder satt gelbbraun.

* Markstrahlen auf der Hirnfläche scharf hervortretend, mit den Querstreifchen ein sehr auffälliges System einander kreuzender weißlicher Linien bildend: Bóngeleholz.
** Markstrahlen wenig hervortretend bis unkenntlich: Echtes Gelbholz; Odumbaumholz; Wuláholz; Erunduholz; Kómboloholz; Bon-

gongiholz; Afzelia bijugaholz; Afrikanisches Grenadilleholz; Irvingiaholz; Gelbes Mahagoniholz; Sisakoholz; Afrikanisches Seidenholz; Lapacholhölzer.

γ) Holz auf frischen Schnittflächen heller oder dunkler rot, mitunter längsstreifig.

* Markstrahlen sehr fein, im Tangentialschnitt in Querreihen: Afrikanisches Rotholz; Rotes Sandelholz; Muengeholz; Afrikanisches Rosenholz; rotviolettes Königsholz.

** Markstrahlen im Tangentialschnitt nicht in Querzonen: Blauholz.

δ) Holz heller oder dunkler rötlichbraun (mahagonifarben), hell bis tief violettbraun oder fast kupferrot bis tief rotbraun.

* Markstrahlen im Tangentialschnitt in Querreihen: Padoukhölzer; Palisanderholz (*Dalbergia nigra*); Rebhuhnholz.

** Markstrahlen im Tangentialschnitt nicht in Querreihen.

. Querstreifen der Hirnfläche schmäler als die Gefäße weit.

† Querstreifchen äußerst zart, nur mit stark vergrößernder Lupe sichtbar: Pferdefleischholz.

†† Querstreifchen gröber, oft schon mit freiem Auge deutlich.

° Gefäßinhalt weiß: Bongosiholz.

°° Gefäßinhalt dunkelrot bis schwarz: Rolo Mahagoni.

°°° Gefäßinhalt nicht auffällig: Calophyllumholz.

.. Querstreifen der Hirnfläche breiter als die Gefäße weit, vielfach unterbrochen: Cachonholz.

ε) Holz bzw. Kernholz tief rotviolett oder dunkel braunviolett bis schwarzviolett, Gefäße mitunter durch Kernstoff verstopft: Machaeriumholz; Afrikanisches Grenadilleholz; Rebhuhnholz; Königsholz von Madagaskar.

ζ) Holz bzw. Kernholz rein braun.

* Holz gleichmäßig gefärbt, Querstreifchen derb: Odumbaumholz.

** Holz abwechselnd heller und dunkler gezont, Querstreifchen sehr zart, Gefäße meist durch Kernstoff verstopft: Westindisches Grenadilleholz; Nußbaumholz; Schwarznußholz; Ebenhölzer.

η) Holz durchaus oder überwiegend schwarz, Querstreifung der Hirnfläche wenig deutlich: Ebenhölzer.

c) Auf der Hirnfläche des Holzes sind meist schon mit freiem Auge oder doch mit der Lupe feine bis derbe, die Gefäße einschließende helle Pünktchen, bzw. hell behöfte Poren sichtbar, mitunter in kurze Quer- oder Schrägzeilen geordnet oder zu solchen verbunden; außerdem nicht selten einzelne helle konzentrische Querlinien in wechselnden, oft weiten Abständen und ungleichmäßiger Verteilung.

α) Die hellen Pünktchen oder Streifchen ziemlich gleichmäßig über die Querschnittsfläche verteilt oder zonenweise spärlicher; Schrägstreifchen überwiegen nicht.

* Holz im Längsschnitt nicht auffallend dunkel (schwärzlich) gestreift (»geadert«) oder gefleckt.

. 1. Holz hell splintfarben oder schwach gelblich, grünlich, rötlich oder bräunlich: Schirmbaumholz; Lorbeerbaumholz; echtes Quassiaholz; Quassiaholz von Jamaika; Orangenbaumholz; Elangombaholz.

. 2. Holz stellenweise gelblich mit rötlichgrauem oder grünlichem Tone: Sisakoholz.
. 3. Holz lichtgelb, grünlichgelb bis sattgelb: Erunduholz; Kómboloholz; Bongongiholz; Bocoholz; Maracaibo - Gelbholz; Gelbes Mahagoniholz; Westindisches Seidenholz; Ostindisches Seidenholz; Buchshölzer; Moaholz.
. 4. Holz hellbraun bis asphaltbraun: Grünherzholz; Lorbeerbaumholz; Mkweoholz.
. 5. Holz grünlichbraun bis heller oder tiefer gelbbraun: Grünherzholz; Afzelia bijugaholz; Boémbeholz; Grünes Ebenholz; Lapacholhölzer.
. 6. Holz rötlichgelb: Orangeholz; Westafrikanisches Gelbholz.
. 7. Holz rötlichgrau bis heller oder tiefer rötlichbraun: Adenantheraholz; Afzelia bijugaholz; Borneoholz; Guaraholz; Javaholz; Oleaholz; Oleo vermelloholz.
. 8. Holz hellrötlich (lachsfarben) bis licht schokoladebraun: Wuláholz; Borneoholz; Tandaholz; Katappenbaumholz.
. 9. Holz rosenrot (Kernholz): Bobaiholz.
. 10. Holz fleischrot bis tief blutrot: Rotes Quebrachoholz.
. 11. Holz tief gelbrot bis kupferrot (auf frischer Schnittfläche): Pernambukholz; Westindische Rothölzer; Sappanholz; Bopandeholz; Bopéholz.
. 12. Holz lebhaft rotbraun (nach »Veilchenwurzel« duftend): Veilchenholz.
. 13. Holz violett (auf frischer Schnittfläche bräunlich): Amarantholz; Blauviolettes Königsholz.
. 14. Holz schokoladebraun bis schwarzbraun: Ostindisches Nußbaumholz; Vacapouholz.
. 15. Holz olivenbraun bis dunkel schwarzgrün (Kernholz): Pockholz.

** Holz der Länge nach auffallend dunkel bis schwarz gestreift (»geadert«).
. 1. Holz lichtbraun (gelblich oder rötlich): Zebraholz; Olivenholz.
. 2. Holz gelb: Palmyraholz.
. 3. Holz grünlich- bis rötlichgelb, violett nachdunkelnd: Brasilianisches Goldholz I.
. 4. Holz gelbrot, Gefäße zum Teil durch Kernstoff verstopft: Cocoboloholz.
. 5. Holz matter oder lebhafter braun.
† Gefäße meist durch Kernstoff verstopft: Westindisches Grenadilleholz.
†† Gefäße immer offen: Barsinoholz.
. 6. Holz dunkelzimtbraun: Zebra- oder Tigerhölzer.
. 7. Holz hell bis dunkel violettbraun, od. tief rötlichbraun: *Dalbergia nigra*-Holz; Palisanderhölzer; Cocoboloholz.

*** Holz im Längsschnitt durch breite dunkle Querstreifen auffallend gescheckt, etwa an eine Schlangenhaut er-

innernd, rötlichbraun: Letternholz.

β) Holz im Querschnitt eigenartig »geflammt«, durch meist schon dem freien Auge sehr auffällig helle, die Gefäße enthaltende Pünktchen, die vorwiegend in schräge Reihen geordnet sind und deren Richtung in den nämlichen oder in aufeinanderfolgenden Querzonen häufig wechselt. Diese Querzonen sind außerdem meist durch dunklere Grenzstreifen geschieden, die durch spärliches Vorkommen oder vollständiges Fehlen der hellen Pünktchen entstehen.

* Markstrahlen auf der Tangentialfläche nicht in Querreihen: Eukalyptushölzer und Verwandte; Erunduholz; Kómboloholz; Bobaiholz; Orangeholz; Dschungelholz.

** Markstrahlen auf der Tangentialfläche quer gereiht, diese daher fein querstreifig: Veraholz.

d) Holz auf der glattgeschnittenen Querschnittsfläche zwischen den Markstrahlen weder für das freie Auge noch bei Lupenbetrachtung mit hellen Pünktchen oder Streifchen. In jedem Falle erscheinen die Gefäße als unbehöfte gröbere oder feinere (selten verstopfte) Poren. Nur bei Herstellung oder Glättung der Hirnfläche mit nicht hinlänglich scharfem Messer oder Hobel sowie bei Anwendung der Feile können auch hier helle Zeichnungen entstehen, besonders bei härteren Hölzern.

α) Gefäße auf der glatten Hirnfläche des Holzes schon mit freiem Auge als deutliche Poren unterscheidbar. Längsschnittflächen meist sehr auffällig »nadelrissig«.

*1. Holz hell splintfarben oder etwas gelblich, grünlich oder bräunlich: Entandrophragmahölzer; Elangombaholz; Warrataholz; Bumaholz; Kampferbaumholz.

*2. Holz hell gelbbraun bis ockerbraun: Para-Nußholz; Mukonjaholz; Kampferbaumholz.

*3. Holz sattgelb bis orangegelb: Brasilianisches Goldholz II: Vinhaticoholz.

*4. Holz hellgrau oder rötlichgrau bis heller oder tiefer braun: Nußbaumholz; Schwarznußholz; Kombo- oder Bokundáholz; Amberholz; Adenantheraholz; Bosámbiholz; Jamaika-Nuß- oder Ubilaholz; Njabiholz.

*5. Holz hell rötlich, lichter oder dunkler zimtbraun bis rötlichbraun oder gelbrot bis kupferfarben: Bopandeholz; Kombo- oder Bokondáholz; Adenantheraholz; Bosipiholz; Okuméholz; Gambia-Mahagoni; Sapele Mahagoni; Entandrophragmahölzer; Amerikanisches Mahagoni; Afrikanisches Mahagoni; Bombéholz; Ndukuholz; Timbamundiholz; Afrikanisches Birnholz.

β) Gefäße auf der glatten Hirnfläche des Holzes meist erst unter der Lupe als deutliche Poren unterscheidbar, zuweilen äußerst eng (in letzterem Falle die Längsschnittflächen für das freie Auge nicht oder kaum »nadelrissig«).

*1. Holz von heller Splintfärbung, dabei oft etwas gelblich, rötlich oder bräunlich.

. Breite der Markstrahlen auf der Hirnfläche größer als die Weite der meisten Gefäße: Hülsenbaumholz; Pimpernußholz; Ahornholz; Prunushölzer (Splintholz).

.. Breite der Markstrahlen auf der Hirnfläche der Gefäßweite ungefähr gleich.

† Markstrahlen nur mehrere Gefäßweiten voneinander entfernt: Weißes Sandelholz; Ostafrikanisches Sandelholz; Lindenholz; Kornelkirschenholz; Rotes Hartriegelholz; Blumen - Hartriegelholz (Splintholz).

†† Markstrahlen sämtlich oder doch zum großen Teil voneinander sehr genähert und sehr fein, Gefäße sehr eng: Spindelbaumholz; Roßkastanienholz; Birnbaum-, Apfelbaum-, Elsbeerbaum-, Vogelbeer-, Weißdornholz (Splintholz); Gemein. Schneeballholz; Wolliges Schneeballholz; Beinholz.

... Breite der Markstrahlen auf der Hirnfläche kleiner als die Weite der meisten Gefäße: Weidenholz; Pappelholz; Erlenholz; Birkenholz; Tupeloholz; Dinjongoholz.

*2. Holz im Kern grünlich bis hell grünlichbraun: Pappelholz; Tulpenbaumholz.

*3. Holz im Kern lichter oder tiefer gelb, im Längsschnitt glanzlos, sehr fein- bis nicht nadelrissig, Gefäße eng bis sehr eng: Spindelbaumholz; Buchsbaumholz; Westindisches Buchsholz; Afrikanisches Buchsholz.

*4. Holz im Kern ockergelb, im Längsschnitt glänzend, deutlich nadelrissig: Primaveraholz.

*5. Holz im Kern hell bis dunkel rötlichgelb: Pappelholz; Mbiapinjaholz; Westafrikanisches Gelbholz.

*6. Holz im Kern rötlich (hautfarben) bis bräunlich, im Längsschnitt fein- bis kaum nadelrissig.

. ohne oder fast ohne Glanz: Birnbaumholz; Apfelbaumholz; Elsbeerbaumholz; Vogelbeerbaumholz; Weißdornholz (Splintholz!).

.. lebhaft glänzend: Katsuraholz.

*7. Holz im Kern hellrot bis gelbrot.

. im Längsschnitt deutlich nadelrissig: Weidenholz.

.. im Längsschnitt kaum nadelrissig: Vicadóholz; Rosa paraguata-Holz.

*8. Holz im Kern hellbraun bis asphaltbraun: Pfefferholz; Gelbes Sandelholz.

*9. Holz im Kern mattbraun bis licht graurötlich: Jamaika Nuß- oder Ubilaholz; Amberholz.

*10. Holz im Kern licht gelbbraun, schwach glänzend: Vogelbeerbaumholz (Kernholz); Traubenkirschenholz.

*11. Holz im Kern heller oder tiefer rötlichgrau oder rötlichbraun bis tief rotbraun: Kornelkirschenholz (Kernholz); Apfelbaumholz; Coccolobaholz; Mbóndoholz; Elsbeerbaumholz (Kernholz).

*12. Holz im Kern dunkelrot oder rotviolett bis schwarzviolett. Gefäße zum Teil mit Kernstoff verstopft: Afrikanisches Grenadillholz; Australisches Goldholz; Königsholz von Madagaskar.

*13. Holz im Kern heller oder dunkler braun mit schmaleren oder breiteren, unregelmäßig oder ziemlich parallel verlaufenden schwarzen Zonen oder überwiegend bis ganz schwarz: Ebenhölzer.

IV. Hölzer derzeit unbekannter oder zweifelhafter botanischer Abstammung.

Wilhelm (5, 178) hat in der 3. Auflage der Rohstoffe des Pflanzenreiches eine Anzahl überseeischer Handelshölzer eingehend beschrieben, deren botanische Abstammung, teilweise auch Herkunft unbekannt ist. Die Hölzer sind in ihrem Gebrauchswerte sehr ungleich, gelangen in normalen Zeiten nach Europa und finden nur gelegentlich da und dort Verwendung. Da die Beschreibungen der Hölzer für Studien über die vielen, noch unvollkommen bekannten Hölzer von gewissem Wert sind, wurden die Wilhelmschen Beschreibungen in sachlich unveränderter Form auch in die neue Auflage übernommen.

Die Hölzer sind nach Handelsnamen alphabetisch geordnet.

1. Afrikanisches Seidenholz.

Nomenklatur: »Afrikanisches Satinholz«.

Holzcharakteristik: Holz hellgelb bis ockergelb, im Querschnitt mit feinen hellen Wellenlinien, die stellenweise in kürzere Strichelchen und Pünktchen sich auflösen oder auch ganz aussetzen. Das in konzentrischen Querzonen auffälligere Hervortreten dunklerer Grundmasse erinnert an Jahresringe. Gefäße (in jenen Querlinien und Pünktchen) eben noch kenntlich, desgleichen die zahlreichen feinen Markstrahlen. Im Längsschnitt ziemlich grob nadelrissig, glänzend, durch die Markstrahlen auf der Radialfläche querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe gleichfalls mit zarter Querstreifung wegen reihenweiser Anordnung der hier feine Strichelchen bildenden Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße etwa 5 auf 1 qmm, meist einzeln, 0,12—0,26 mm weit, da und dort auch zu je 2 bis 5 radial gereiht, im Querschnitt des Holzes etwas ungleichmäßig verteilt, nicht selten Schrägzellen bildend, einseitig oder ringsum von dünnwandigem weitzelligem Holzparenchym umfaßt. Gefäße gegen ihresgleichen (auf Tangentialwänden) mit runden, 0,012—0,016 μ breiten, zum Teil in Schrägzellen geordneten Hoftüpfeln, deren spaltenförmige Poren meist zu mehreren in gemeinsame kürzere bis längere Wandfurchen münden; gegen Markstrahlen und Holzparenchym sind die Gefäßtüpfel kleiner und weniger dicht gestellt, sonst nicht abgeändert. Tüpfelung der radialen Faserwände kaum merklich. Das Holzparenchym setzt sich beiderseits in die übrige dickerwandige Grundmasse fort, in dieser sich austeilend, oder durchlaufende und dann mehrere Gefäße miteinander verbindende Quer- oder Schrägzonen bildend. Diese Parenchymzonen können 5—8schichtig, an Gefäßen auch noch breiter werden. Sie wechsellagern mit Schichten dickwandiger Sklerenchymfasern, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Form und Größe, die kleineren und engeren regellos gelagert, die größeren und weiteren zum Teil in Radialreihen. Markstrahlen im Tangentialschnitt in Querreihen (etwa 7 auf 2 mm), meist 2—5schichtig, 0,175—0,29 mm hoch, ihre Zellen in dieser Ansicht klein, meist dünnwandig, im Lichten 0,008—0,020 mm hoch, 0,006—0,012 mm breit. Endzellen auffallend größer, 0,032—0,080 mm hoch, 0,020—0,028 mm breit, und im Radialschnitt aufrecht (bis zweimal höher als breit). Reihen des Holzparenchyms meist vierzellig, die Zellen selbst auf den Radialwänden gegen ihresgleichen mit wenig zahlreichen Tüpfeln, da und dort in Kristallkammern geteilt.

Beschaffenheit: Ziemlich weich und leicht, leicht und glatt spaltbar.

Inhaltsstoffe: In einzelnen Gefäßen gelbliche bis dunkelbraune Abscheidungen, Inhalt der Markstrahlzellen meist gering, bräunlich, nur in einzelnen reichlicher und gelb gefärbt, solche (durch Eisenchlorid geschwärzte) Ausfüllungen auch in manchen Zellen des meist inhaltsleeren Holzparenchyms. Wände aller Zellen und Gefäße bräunlich.

Verwendung: Minderwertiger Ersatz für »echte« ost- und westindische Seidenhölzer.

2. Barsino.

Heimat: Brasilien (?).

Holzcharakteristik: Holz von mattbrauner Grundfarbe, mit schwarzbraunen, dem Spätholz von Jahresringen ähnlichen Querzonen beziehentlich Längsstreifen im Querschnitt mit hellen Pünktchen. Die Gefäße in diesen (als enge Poren) und die Markstrahlen eben noch kenntlich. Im Längsschnitt nadelrissig, im radialen mit heller Querstreifung. Unter der Lupe erscheinen die Gefäße als helle Längsstreifen und die Markstrahlen auf der Tangentialfläche als dunkle, spindelförmige Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln, oder zu 2—3 in Gruppen, von ungleicher, 0,019—0,19 mm betragender Weite; die weiteren und die (dickwandigen) engeren ungefähr nach Querzonen wechselnd; die (elliptischen) Poren der Hoftüpfel oft in gemeinschaftliche Quer- und Schrägspalten mündend. Markstrahlen sehr ansehnlich, im Tangentialschnitt, die aus sehr dickwandigen, englumigen Fasern bestehende Grundmasse mit 0,24 bis 0,88 mm hohen und bis 0,09 mm breiten spindelförmigen Gruppen dünnwandigen Gewebes durchbrechend, 3—5-, meist 4schichtig, mit 13 bis 22 μ, an den Kanten auch bis 54 μ weiten bzw. hohen Zellen; diese im Radialschnitt vorwiegend kurz, quadratisch oder höher als breit, in den meisten große Kristalle von Kalziumoxalat. Holzparenchym die Gefäße umringend und in einzelnen schmalen mehrschichtigen, die engsten Gefäße verbindenden Querzonen.

Beschaffenheit: Schwer, sinkt im Wasser.

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Fasern mehr oder weniger gebräunt, in allen Elementen auch gelblicher bis tief und lebhaft brauner, von Alkohol rasch gelöster, von Eisenchlorid nicht geschwärzter Inhalt, dessen ungleiche in konzentrischen Zonen wechselnde Färbung die eingangs erwähnte Streifung des Holzes bedingt.

Verwendung: In der Holzindustrie zu Bürstendeckeln und Einlegearbeiten.

3. Bobanjaholz.

Heimat: Kamerun.

Holzcharakteristik (10): Holz gelb-

braun, etwas gelblich, stellenweise schwarzfleckig und schwarzstreifig, auf der Hirnfläche mit konzentrischer, an verwaschene Jahresringe erinnernder Zeichnung und sehr deutlichen, auf dunklerem Grund hell hervortretenden Markstrahlen. Gefäße kaum kenntlich, erst mit der Lupe als feine, ziemlich gleichmäßig verteilte Poren oder Pünktchen wahrnehmbar, nebst äußerst feinen, in geringen Abständen streng parallel verlaufenden hellen Querlinien. Im radialen Längsschnitt deutlich nadelrissig und durch die ansehnlichen Markstrahlen glänzend querstreifig; im tangentialen treten die Gefäßfurchen neben der auffälligen Strichelung durch die Markstrahlen mehr zurück.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße: 3—4 auf 1 qmm, einzeln, auch zu 2—3 radial gereiht, 0,10—0,23 mm weit. Gefäßwände mit winzigen Hoftüpfeln (5—6 auf 0,020 mm Wandbreite), auch gegen Markstrahlen und Holzparenchym. Grundmasse aus dickwandigen, ziemlich regellos gelagerten Fasern gebildet, von sehr gleichmäßigen, meist um 0,09 mm voneinander entfernten einschichtigen Querzonen von Holzparenchym durchzogen; das stellenweise Näherrücken dieser, zuweilen verbunden mit Abplattung und Radialreihung der Zellen in den dazwischen liegenden Faserschichten, scheint Zuwachsgrenzen anzudeuten. Markstrahlen: 4—5 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt sehr ansehnlich, meist über 0,50 mm hoch (bis 2 mm), 0,07—0,26 mm breit, dazwischen auch einzelne kleinere, bis herab zu einschichtigen, nur wenige Zellen hohen. Markstrahlzellen ungleich groß, in jener Ansicht vorwiegend rundlich, 0,08—0,018 mm weit, derbwandig, die Endzellen nicht größer, im Radialschnitt alle liegend, ringsum reich getüpfelt. Holzparenchym: meist je vierzellig (nur an Gefäßen mehr- und kurzzellig), auf den Radialwänden seiner Zellen mit ansehnlicher und reichlicher Tüpfelung. Die radialen Seitenwände der Fasern zeigen meist eine Längsreihe sehr kleiner, schief spaltenförmiger Tüpfel.

Beschaffenheit: Mittelhart und schwer, ziemlich leicht- und glattspaltig, gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,720 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen stellenweise ockergelbe, in Alkohol unlösliche Ausscheidungen, in manchen Markstrahlzellen gelblicher, harzähnlicher, in Alkohol löslicher Inhalt. In den Fasern stellenweise tiefbraune Substanz.

Verwendung: Für alle Zwecke der Tischlerei, auch zur Herstellung von Möbeln.

4. Bombéholz.

Heimat (10): Riesenbaum Kameruns.

Holzcharakteristik: Holz lebhaft hellrot, im Querschnitt mit sehr deutlichen, in konzentrischen Querzonen oft etwas dichter zusammengedrängten Gefäßen (diese unter der Lupe meist gepaart, auch zu je 2—3 radial gereiht) und einzelnen feinen hellen Querlinien in sehr ungleichen Abständen; Markstrahlen erst mit der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt sehr auffällig nadelrissig, glänzend, auf der sehr leicht und ziemlich glatt herzustellenden Spaltfläche durch die dunklen Markstrahlen dicht querstreifig, auf der Tangentialfläche fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße: 0,16—0,26 je Millimeter weit, meist paarweise, oder zu drei radial gereiht (solche Reihen etwa drei je Quadratmillimeter mit leiterförmiger Durchbrechung der Gefäßglieder, deren Querwände meist wenig schräg gestellt, oft 5spangig. Die leiterförmige Durchbrechung ist leicht zu übersehen (ihre Feststellung wird an dickeren Radialschnittchen durch Anwendung von Xylol und Canadabalsam als Aufhellungsmittel begünstigt). Thyllen nicht selten. Gefäße gegen ihresgleichen mit querelliptischen oder gedrückt 6—4seitigen, bis 0,016 mm breiten Hoftüpfeln, deren lange, querspaltförmige Poren zuweilen durch schräg ansteigende Wandfurchen untereinander verbunden sind, gegen Markstrahlen und Holzparenchym mit mehr oder weniger abgeänderter und vergrößerter Tüpfelung. Sehr gleichmäßige, derbwandige Sklerenchymfasern als Grundmasse, radial gereiht, im Querschnitt mit meist kürzerem Radialdurchmesser und weitem, querelliptischem oder fast rechteckigem Lichtraum. Fasern auf den Radialwänden ziemlich reichlich schräg oder aufrecht elliptisch, bis spaltenförmig getüpfelt. Holzparenchym an den Gefäßen und auch in schmalen, nicht häufigen Querzonen. Markstrahlen zahlreich, 15—21 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt entweder durchaus einschichtig, oder häufiger, zum größeren oder kleineren Teil 2—3schichtig; die nur einschichtigen ein- bis zehnstöckig, 0,14—0,60 mm und darüber hoch, ihre Zellen im Lichten 0,035—0,070 mm hoch und 0,0175—0,035 mm breit, die ganz oder teilweise mehrschichtigen 0,35—1,23 mm und darüber hoch. Markstrahlzellen in den mehrschichtigen Anteilen (deren mitunter zwei in einem Markstrahl) im Tangentialschnitt rundlich oder eckig rund, 0,020—0,048 mm hoch, bei 0,012—0,028 mm Breite; die Zellen der einschichtigen Strecken oft fast rechteckig, 0,036 bis 0,088 mm hoch, und 0,028—0,032 mm breit, die in dieser Ansicht keilförmigen Endzellen 0,064 bis 0,120 mm hoch; alle Markstrahlzellen dünnwandig, die kleineren im Radialschnitt liegend, die übrigen quadratisch bis aufrecht (in letzterem Falle bis sechsmal höher als breit), alle gegen Gefäße mit auffällig großen, sonst mit kleinen, auf den Tangentialwänden besonders zahlreichen Tüpfeln.

Beschaffenheit: Das mahagoniähnliche Holz ist weich, leicht, leicht schneidbar, leicht zu bearbeiten und gut zu beizen.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,437—0,460 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: In den meisten Zellen der Markstrahlen lebhaft gelbbrauner bis rötlichbrauner Inhalt in Form eines dünnen Wandbeleges oder lockeren Gekrümels oder tropfenartiger Klümpchen, in vielen Zellen auch Anhäufungen kleiner kugelrunder gelber Tröpfchen, deren Substanz sich in Alkohol löst mit Hinterlassung eines dünnen Häutchens, so daß hohle Bläschen zurückbleiben. Der braune Kernstoff, in Alkohol unlöslich, wird durch Eisenchlorid gleich der tiefbraunen Wand der Thyllen geschwärzt. Wasser wird durch das Holz schwach gelbrötlich gefärbt.

Verwendung: Blindholz für Möbel, zur

Herstellung von Zigarrenkisten, Holzkästchen, Tischchen und dgl. geeignet.

5. Bonjangaholz.

Heimat: Kamerun.

Holzcharakteristik (10): Holz sehr hellbraun, etwas rötlich, im Querschnitt mit kenntlichen, gleichmäßig zerstreuten, nicht zahlreichen Gefäßen, sehr feinen Markstrahlen und zierlichen, einander sehr genäherten, feinwelligen hellen Querlinien. Im Längsschnitt auffällig, doch (in miteinander wechselnden Längszonen) ungleichmäßig nadelrissig, auf der lebhaft glänzenden Radialfläche mit dunkleren Querstreifen und zwischen den Gefäßfurchen, diesen gleichlaufend, fein parallelstreifig, auf der Tangentialfläche wie auch auf Schnittflächen, die den Verlauf der Markstrahlen schiefwinkelig treffen, durch diese fein gestrichelt (»gekörnelt«).

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,14—0,28 mm weit, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht; Gefäßwände äußerst klein und dicht getüpfelt; Gefäße und Gefäßreihen durchschnittlich nur zwei je Quadratmillimeter, in 3—6schichtigen, durch gelegentliche Verschmelzung auch breiteren Querbinden weitzelligen, dünnwandigen Holzparenchyms, die wechsellagern mit meist mehrmals breiten Querzonen dickwandiger, im Querschnitt zum Teil radial gereihter Fasern von ungleicher Form und Weite des Lichtraumes. Markstrahlen im Tangentialschnitt 2—3schichtig, 0,24—0,80 mm hoch, ihre Zellen gleichmäßig rundlich bis elliptisch, 0,012 bis 0,032 mm im Lichten weit; die Kantenzellen zwischen Fasern meist größer, bis 0,060 mm hoch, zwischen Holzparenchym oft den anderen gleich; im Radialschnitt alle liegend, oder die Kantenzellen verkürzt bis quadratisch oder wenig höher als breit. Alle dünnwandig mit reichlicher Tüpfelung auf den Tangentialwänden; in Radialwänden gegen Gefäße erscheint die äußerst kleine dichte Tüpfelung dieser, die zwischen benachbarten Gefäßen selbst mit einer feinen, in der gemeinschaftlichen Scheidewand gekreuzten Schrägstreifung sich verbindet, gegen Holzparenchym dieselbe ist wie gegen Markstrahlen und auf freigelegten Gefäßwänden, denen die einen oder anderen Parenchymzellen angrenzten, der letzteren Größe und Gestalt durch entsprechende Tüpfelunggruppen anzeigt. Zellen des Holzparenchyms vorwiegend kurz, bei 0,028 mm Breite oft kaum 0,080 mm hoch oder noch niedriger, manche gestreckt sechsseitig, Faserwände mit sehr kleinen, doch stellenweise nicht seltenen Tüpfeln.

Beschaffenheit: Mittelhart und schwer, sehr uneben (grobzackig) spaltend. Schwerer als das diesem Holze ähnliche lichte Mahagoniholz, gut zu bearbeiten, hoch politurfähig.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,70 (nach Büsgen).

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen ockergelbe bis lebhaft gelbbraune Abscheidungen, in vielen Markstrahl- und Holzparenchymzellen ähnlich oder mehr rötlichbraun gefärbter Inhalt, meist als Wandbeleg oder als gleichmäßige Ausfüllung. Diese Kernstoffe in Alkohol unlöslich, mit Eisenchlorid sich tief schwärzend. Im Holz- und Markstrahlenparenchym auch reichlich Stärke, oft in fast kugelrunden Körnern, deren Durchmesser hinter der Breite der Zellen selbst meist mehrfach zurückbleibt.

Verwendung: Herstellung von Möbeln und furniert zur Verwendung von Innenausstattungen.

6. Bopéholz.

Nomenklatur: »Bopé ba mbale«.

Heimat: Große schlanke Bäume Kameruns.

Holzcharakteristik (10, 9): Holz auf der frischen Schnittfläche lebhaft gelbrot, an brasilianische Rothölzer z. B. Pernambukholz, auch an dunkles Mahagoni erinnernd, an Licht und Luft bis kupferrot nachdunkelnd; auf der Hirnfläche (infolge Ausscheidung eines flüchtigen Inhaltsstoffes?) oft wie bereift oder weiß bestäubt. Diese Ausscheidung, die am auffälligsten an frischen Querschnittsflächen zunächst längs der Markstrahlen erscheint, an diesen aber auch im Längsschnitt des Holzes bemerkt werden kann, besteht nach Wilhelm aus Anhäufungen mikroskopisch kleiner prismatischer bis nadelförmiger Kristalle, die von Alkohol allmählich, von Äther rasch gelöst werden. Nach Beseitigung dieses Anfluges erscheinen jahresringähnliche konzentrische hellere oder dunklere Querzonen und ziemlich gleichmäßig verteilte Gefäße (als helle, zum Teil weißlich ausgefüllte Pünktchen). Die sehr feinen Markstrahlen sind meist erst mit der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt deutlich, doch ungleichmäßig nadelrissig, glänzend, im radialen Längsschnitt durch die zahlreichen, oft wellig verlaufenden Markstrahlen querstreifig, im tangentialen schon für das freie Auge, deutlicher unter der Lupe, fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,05—0,18 mm weit, regellos zerstreut, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht, von jenen oder solchen Reihen 7—8 auf 1 qmm, mit leiterförmiger Durchbrechung ihrer Glieder. Diese ist wegen geringer Neigung der Querwände leicht zu übersehen, im einzelnen mannigfach ausgebildet, die nicht zahlreichen Spangen sind nicht selten untereinander verbunden. Gefäßtüpfel meist querelliptisch, bis 0,012 mm breit, mit schmalen Porenspalten, in Quer- oder Schrägzeilen geordnet, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen zum Teil vergrößert und weiterporig. In den Gefäßen häufig große, dünnwandige Thyllen, beiderseits abgewölbten zylindrischen Blasen gleichend; zuweilen erscheinen solche durch Querwände gefächert, auch kleinere, einander mannigfach abflachende derberwandige, reichlich getüpfelte sind nicht selten, alle zeigen meist tiefgebräunte Wände.

Beschaffenheit: Schwer, mittelhart, leicht- und ziemlich glattspaltend, dicht und gleichmäßig gebaut, gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spez. Lufttrockengewicht: 0,879 bis 0,890 (nach Appel) und 0,915 (nach Büsgen).

Inhaltsstoffe: Im Holz- und Strahlenparenchym wie auch in vielen Fasern (diese teilweise ausfüllend) lebhaft gelb- bis rotbrauner Inhalt, in den Parenchymzellen teils als Wandbeleg (oft an den Schmalseiten der Zellen verstärkt), teils in zahlreichen, zum Teil kugeligen, Tröpfchen und Klümpchen. In vielen Markstrahlzellen, meist als Ausfüllung, farblose oder schwach gelb-

liche, harzähnliche Massen. Nach Wilhelms Untersuchungen erscheint in diesen Stellen bei Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure in der Umgebung der »Harzklümpchen«, die anscheinend ganz oder doch größtenteils ungelöst bleiben, eine schöne bläulichrote Färbung, doch nur dort, wo das Reagens möglichst unmittelbar zu den Zellen gelangen kann. In manchen Markstrahlzellen auch kleine tafelförmige Kristalle von Kalziumoxalat. Von Alkohol werden beiderlei Kernstoffe rasch gelöst. Kalilauge löst den braunen Kernstoff rasch unter lebhafter Rötung, auch der Zellwände, nicht aber die »Harzklumpen«, die nun, oft sich abrundend, besonders auffällig hervortreten und bei längerer Einwirkung des Reagens anscheinend einer Verseifung mit Bildung schlank prismatischer bis nadelförmiger Kristalle unterliegen, vielleicht also aus einer fettartigen Substanz bestehen. Die rötlichen oder gelblichen bis bräunlichen Wände der Zellen und Gefäße werden durch Alkohol nicht verändert, durch Eisenchlorid gleich dem braunen Zelleninhalt tief geschwärzt. In manchen Gefäßen, stellenweise auch in Markstrahl- und Holzparenchymzellen im auffallenden Lichte weiße, im durchfallenden fast schwarze Anhäufungen einer zwischen gekreuzten Nikols sich erhellenden, anscheinend feinkörnigen und kristallinischen, in Alkohol rest- und farblos löslichen Substanz, die auch in Kalilauge unter Gelbfärbung rasch verschwindet. Unterwirft man Holzspänchen der Sublimation, so erhält man, wie Wilhelm fand, für die mikroskopische Betrachtung als Sublimat kleine und größere, rundliche bis unregelmäßig begrenzte und dann in ihren Umrißformen einander sich anpassende farblose Tröpfchen einer anscheinend zähflüssigen Substanz mit Neigung zu kristallinischen Bildungen. Alkohol löst rasch und vollständig, konzentrierte Schwefelsäure färbt sich beim Eindringen zwischen die Tropfen lebhaft blaurot, läßt diese selbst aber zunächst meist farblos, sie oft nur mit einem roten Hofe umgebend. Die Tropfen, deren Substanz nun feinkörnig erscheint, nehmen die verschiedensten Gestalten an, gleichen oft täuschend Amöben oder Plasmodien von Schleimpilzen, viele runden sich zu Kugeln ab, manche färben sich hierbei heller oder dunkler rot bis tief schwarzrot, auch so gefärbte Vereinigungen mehrerer bis vieler Tropfen, an Sproßverbände von Pilzen oder an Algenformen erinnernd oder größere plasmodienähnliche Massen bildend, kommen vor. Die durch Schwefelsäure bewirkte Rötung deutet auf Beziehungen dieses Sublimates zu dem Harz- oder Fettgehalt der Markstrahlen, die wohl auch an der »Bereifung« beteiligt ist. Kalilauge wirkt auf das Sublimat anscheinend verseifend. — Kaltes und heißes Wasser wird durch das Holz orangegelb bis orangerot gefärbt (letzteres tiefer unter reichlicher Abgabe von Gerbstoff). Ebenso wird Alkohol gefärbt. Mit Holzklötzchen gekochtes Wasser zeigt in der Siedehitze einen nicht starken, aber eigentümlichen, schwer zu bezeichnenden, an ein warmes Fleischgericht erinnernden Duft.

Verwendung: Ersatz für Kubamahagoni für Tischler-, Drechsler-, Holzbildhauerarbeiten.

Bemerkung: Mit diesem Holz zeigt das der Anonacee *Uvaria Büsgenii* Diels zugeschriebene »Bopandeholz« weitgehende Ähnlichkeit, nicht nur im äußeren Ansehen und in der (weniger reichlichen Reifbildung, sondern auch im inneren Bau und dem Verhalten des harz- oder fettartigen Inhaltes der Markstrahlzellen gegen Reagenzien. Doch erschien in den verglichenen Proben das »Bopandeholz« im frisch angeschnittenen Kern heller gelbrot, auch der alkoholische Auszug blieb orangegelb, während der wässrige sich gleich dem wässrigen wie alkoholischen des »Bopéholzes« tief rötete. Die mittlere Gefäßweite im »Bopandeholz« ist größer; hier finden sich auch bei wiederholter Untersuchung unter den Thyllen einzelne sehr dickwandige; die kristallinischen Ausscheidungen aus den Markstrahlen lösen sich auch in Alkohol rasch.

7. Borneoholz.

Heimat: Borneo?

Holzcharakteristik: Kernholz eigenartig rötlichbraun, im Querschnitt mit sehr deutlichen, zahlreichen Gefäßen in hellen Pünktchen, unter der Lupe auch in ungleich weiten Abständen mit zarten, die feinen Markstrahlen kreuzenden hellen Querlinien. Im Längsschnitt erscheinen die Gefäße als grobe, zonenweise ungleich verlaufende Längsfurchen, unter der Lupe glänzend, oft auch mit schwarzem Inhalt; die Markstrahlen bilden auf der Radialfläche feine Querstreifen, auf der tangentialen unter der Lupe kurze, ziemlich derbe rötliche Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,15—0,39 mm weit, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht; von solchen Reihen- oder Einzelgefäßen etwa 3 auf 1 qmm, stellenweise in Schrägzeilen, stets von Holzparenchym umgeben, das sich von den Gefäßen aus meist auch seitlich in die Grundmasse erstreckt, doch bleibt die Querausdehnung dieser Verbreiterung gewöhnlich hinter der tangentialen Gefäßweite zurück. Hoftüpfel der Gefäße meist klein, kaum 0,008 mm breit, mit querspaltförmiger Pore, in Quer- und Schrägzeilen geordnet und in diesen zu 2—5 auch mehr, durch Wandfurchen verbunden, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen nicht wesentlich abgeändert. Die dünnwandigen Holzparenchymzellen selbst mit größerem bis 0,06 mm erreichenden radialen Durchmesser, oft von sechsseitiger Querschnittsform. Stellenweise tritt Holzparenchym auch in schmalen, zweischichtigen, ununterbrochenen Querzonen (Grenzen von Zuwachsschichten?) auf. Holzparenchym sehr dünnwandig, mit meist vier weiten Teilzellen, diese mit spärlicher und winziger Tüpfelung auf den tangentialen, mit zahlreicheren, fast kreisrunden oder querelliptischen Tüpfeln auf den radialen Seitenwänden, gegen Gefäße der Tüpfelung dieser angepaßt. Als Grundmasse derb- bis dickwandige Sklerenchymfasern, deren weitlichtige Mittelteile im Querschnitt des Holzes in radialen Reihen, zwischen diesen die englichtigen Endteile zusammengedrängt. Fasern reichlich getüpfelt, besonders auf den Radialwänden, wo die schief spaltenförmigen, nicht oder doch nicht deutlich behöften Tüpfel meist in dichter Längsreihe; Tüpfel der Tangentialwände kleiner in zwei Längsreihen oder zerstreut. Markstrahlen 9—11 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist 2—3 Zellen (0,035—0,060 mm) breit, 5 bis 15 Zellen (0,15—0,45 mm) hoch; ihre Zellen in

dieser Ansicht rund oder elliptisch, 0,016 bis 0,028 mm im Lichten weit (hoch), die Endzellen meist nicht größer, alle ziemlich dünnwandig, im Radialschnitt liegend, ringsum reich getüpfelt.

Beschaffenheit: Mittelhoch, mittelschwer, leicht spaltend.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlen, dem Holzparenchym und den Fasern des Kernholzes reichlicher hellrötlicher bis tiefbrauner Inhalt, auch in den Gefäßen Anhäufungen im auffallenden Licht fast schwarzen, im durchfallenden tiefst rotbraun bis leuchtend granatroten Kernstoffes. Dieser Gefäß- und Zelleninhalt zum Teil schon in Wasser, reichlicher in Alkohol, am vollständigsten in Kalilauge löslich, welche die vorher bräunlichen Wände der Gefäße und Zellen goldgelb bis goldbraun färbt. Durch Eisenchlorid werden Wände und Inhalt tief geschwärzt. — Markstrahlen und namentlich das Holzparenchym enthalten reichlich Stärke in runden oder eckig runden, zum Teil recht ansehnlichen, bis 0,044 mm langen und 0,028 mm breiten Körnern.

Wasser wie Alkohol färben sich durch das Holz zunächst rötlich, dann tief hellrot bis granatrot. Die Auszüge werden durch Eisenchlorid tief geschwärzt.

Verwendung: Wertvolles Bauholz.

8. Cachonholz.

Heimat: Deutsch-Ost-Afrika. (Ein Leguminosenholz?)

Holzcharakteristik: Holz von lebhaft rötlichbrauner Färbung, im Querschnitt mit sehr zahlreichen konzentrisch geordneten hellen Pünktchen und Streifchen und kenntlichen Markstrahlen und Gefäßen. Unter der Lupe erscheinen die letzteren jenen Pünktchen und Streifchen eingelagert, deren Breite den Durchmesser der Gefäße meist mehrmals übertrifft und zu welchen sich da und dort auch sehr feine, nun erst sichtbare Querlinien gesellen. Längsschnittflächen deutlich nadelrissig, die tangentialen zierlich »gefladert« durch miteinander abwechselnde helle, matte und dunkle glänzende Streifen und Zonen, unter der Lupe auch die Markstrahlen als dunkle Strichelchen und die Gefäße zum Teil mit dunklem, glänzendem Inhalte zeigend.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße meist 0,13—0,20 mm weit, meist einzeln oder paarweise, doch auch in Gruppen zu je 4—10 (dann zum Teil sehr eng); dicht getüpfelt; stets in sehr ansehnlichen, vielzelligen Inseln oder breiten, vielschichtigen Querzonen von Holzparenchym. Markstrahlen meist dreibis vierschichtig und 0,24—0,48 mm hoch, einzelne kleinere auch nur zweischichtig. Markstrahlzellen klein, nur 5—13 μ weit, im Radialschnitt bis 108 μ lang, ziemlich gleichförmig. Sehr dickwandige Fasern, regellos gelagert, als Grundmasse, in dieser vereinzeltes, in zahlreiche Kristallkammern geteiltes, meist an Markstrahlen liegendes Holzparenchym, im Tangentialschnitt diese oft nach oben oder unten scheinbar fortsetzend.

Beschaffenheit: Hart, nicht schwer, glattspaltig, sehr politurfähig. Spaltfläche lebhaft spiegelnd, querstreifig.

Inhaltsstoffe: Wände der Fasern gebräunt. In den Markstrahlzellen farblose bis bräunliche, von Alkohol rasch gelöste Tropfen und Ballen. In den Gefäßen gelblicher bis lebhaft kastanienbrauner, in Alkohol unlöslicher Inhalt. — Das Holz gibt an heißes Wasser Farbstoff ab und wird durch Eisenchlorid geschwärzt. Holzparenchym in den die Gefäße einschließenden Gruppen und Schichten kristallfrei, enthält aber große Stärkekörner.

9. Dschungelholz.

Nomenklatur: »Jungle wood«. Fälschlich als »Teakholz« verkauft. *Dipterocarpus spec.?*

Heimat: Das Holz kommt in großen mit Reis beladenen Dampfern aus Ostindien nach Europa.

Holzcharakteristik (22): Holz hell schokoladefarben in mehr bräunlichem oder mehr rötlichem Ton, auf der Hirnfläche mit zahlreichen, ziemlich derben, zum Teil Schrägreihen bildenden, die Gefäße einschließenden hellen Pünktchen, die mitunter schmale, an Jahresringgrenzen erinnernde Querzonen frei lassen; Markstrahlen fein, gleich regellos verteilten kurzen hellen Querlinien hier erst unter der Lupe sichtbar; diese zeigt auch einzelne der engeren Poren (die nachstehend beschriebenen Sekretgänge!) weiß ausgefüllt. Im Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig und fein hellstreifig; die Markstrahlen erscheinen auf der Radialfläche als ansehnliche rötliche, glänzende Querstreifen, auf der tangentialen unter der Lupe als dunkle, spindelförmige, bis 1 und selbst 2 mm lange Striche.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 4—6 je qmm, einzeln, doch einander seitlich oft sehr genähert (nicht selten nur durch einen Markstrahl getrennt) 0,07—0,38 mm weit, meist durch kleinzellige, dünn- und braunwandige Thyllen verstopft. Gefäßtüpfel, kreisrund bis elliptisch oder augenlidförmig, 0,008 bis 0,016 mm breit, mit schmaler. querspaltförmiger, oft für zwei benachbarte Tüpfel gemeinsamer Pore, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen, teils nicht abgeändert, teils vergrößert (oft erheblich!) und unbehöft. Zwischen den Gefäßen Sekretgänge, diese 0,070—0,087 mm weit, in mehrreihigen und mehrschichtigen Gruppen dünnwandigen Holzparenchyms. Letztere auch an den Gefäßen, und, meist vereinzelt, zwischen den die Grundmasse hauptsächlich bildenden dickwandigen Fasern. Radialwände des Holzparenchyms mit ziemlich kleinen, meist in Gruppen geordneten Tüpfeln, Holzfasern im Querschnitt rund, mit rundem, oft sehr engem Lichtraum, zum Teil radial gereiht, zum Teil regelloser gelagert. Fasertüpfel klein, anscheinend behöft. Markstrahlen 12—18 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt zweierlei, und zwar a) einschichtige, schmale, 2—30- und mehrstöckige, bis über 1 mm hohe, und b) 2—6 Zellen (0,09 mm) breite, nicht selten in einschichtige Kanten ausgezogene, 0,60 bis über 2 mm hohe. Zellen bei a) in jener Hinsicht teils rechteckig, im Lichten 0,040—0,088 mm hoch und bis 0,016 mm breit, teils rund und kleiner, nur 0,012—0,016 mm hoch und breit. Zelle bei b) im Tangentialschnitt meist elliptisch, 0,012—0,024 mm hoch und 0,008—0,020 mm im Lichten breit; die weiteren Zellen häufig an den seitlichen Rändern dieser Markstrahlen, deren Endzellen meist (wenn auch nicht immer) 0,040—0,060 mm und darüber

hoch, ebenso die Zellen in einschichtigen Verlängerungen. Zellen aller Markstrahlen ziemlich derbwandig, im Radialschnitt teils liegend (gestreckt oder ziemlich kurz), teils quadratisch bis aufrecht (3- bis 4mal höher als breit); beiderlei Formen in manchen Markstrahlen nach Stockwerken wechselnd, ringsum klein getüpfelt (reichlich auf den Tangentialwänden), an den Gefäßen sich der Tüpfelung dieser anpassend.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer, hart, doch leicht — wenn auch etwas uneben — spaltend.

Inhaltsstoffe: Faserwände mehr oder weniger gelblich. In den Markstrahlen wie im Holzparenchym lebhaft gelbbrauner bis rotbrauner Kernstoff, als an den Schmalseiten der Zellen verstärkter Wandbeleg oder reichlicher, dann oft von einem großen, anscheinend leeren Hohlraum oder auch von vielen kleinen solcher durchsetzt, von Alkohol nicht, oder nur wenig angegriffen. Inhalt der Sekretgänge zum Teil erhärtet und harzähnliche, farblose, bis schmutziggelbliche, oft eckige Klümpchen und Brocken bildend, die zwischen gekreuzten Nikols hell aufleuchten, von Alkohol gelöst, von Kalilauge nicht angegriffen, von Alkannatinktur tief gerötet werden. Das Sekret findet sich auch in dem die Gänge umgebenden Holzparenchym. Eisenchloryd schwärzt den braunen Inhalt der Markstrahl- und Holzparenchymzellen sowie die Thyllenwände, nicht das Sekret. Geht der Einwirkung des Eisenchlorid eine Behandlung mit Alkohol voran, und folgt jener längeres Auswässern der Präparate, so erscheinen Zellinhalt und Thyllenwände sepiabraun. Wasser wie Alkohol werden durch das Holz ockergelb gefärbt, der alkoholische Auszug wird durch Eisenchlorid im Ton der Neutraltinte geschwärzt.

Verwendung: Das Holz dient auf den Reisschiffen zur Herstellung von Luftschächten, wird nicht mit auf die Rückreise genommen, sondern vorher billigst verkauft.

10. Elangombaholz.

Heimat: Großer Baum des Kameruner Waldlandes.

Holzcharakteristik (10): Holz von sehr lichter, etwas grünlichgelber oder grünlichbrauner Färbung (heller als Tulpenbaumholz, s. II, 62), mit 6 mm breitem Marke. Auf der Hirnfläche mit auffällig an Jahresringe erinnernder konzentrischer Zeichnung und kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen, diese fein, jene als offene, ziemlich gleichmäßig verteilte Poren erscheinend. Im Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig, glänzend, auf der Radialfläche dicht querstreifig, auf der tangentialen fein und kurz gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,09—0,16 mm weit, meist einzeln, doch auch zu 2—3 radial gereiht, etwa 4—6 je Quadratmillimeter, gewöhnlich von sehr dünnwandigem weitzelligem Holzparenchym umgeben, benachbarte Gefäße mitunter durch solches verbunden; zartwandige Thyllen nicht selten. Gefäße gegen ihresgleichen mit kreisförmigen, etwa 0,012 mm breiten, einander meist nicht berührenden, querspaltsporigen Hoftüpfeln, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen zum Teil mit größerer und weitporiger Tüpfelung. Derbwandige Fasern bilden die Grundmasse, meist sehr gleichmäßig radial gereiht, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, mit weitem rundlichen bis elliptischen Lichtraum, oft mit größerem radialen Durchmesser. Faserwände mit spärlichen, sehr kleinen Tüpfeln besetzt. Markstrahlen nicht sehr zahlreich, etwa 7—9 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist zwei- bis dreischichtig und 0,17—0,44 mm hoch, einzelne kleine nur einschichtig, auch manche mehrschichtige in eine einschichtige Strecke verlängert. Markstrahlzellen in jener Ansicht meist 0,012 bis 0,020 mm hoch und 0,006—0,012 mm breit, die endständigen in der Regel nicht oder doch nicht erheblich größer, alle dünnwandig, im Radialschnitt liegend, mit auffällig großen Tüpfeln nur gegen Gefäße, sonst klein getüpfelt.

Beschaffenheit: Weich, nicht schwer, leicht spalt- und schneidbar, gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,680 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlzellen Anhäufungen kleiner runder glänzender, farbloser oder gelblicher Kügelchen, deren Substanz sich in Alkohol mit Hinterlassung eines zarten, die Kontur behaltenden Häutchens löst, in manchen außerdem auch brauner krümeliger Inhalt. In einzelnen Holzparenchymzellen gelbe harzähnliche Ausfüllungen, von Alkohol nicht, von Äther nur bei unmittelbarer Berührung gelöst.

Verwendung: Wertvolles Blindholz zur Herstellung billiger Möbel, zu Verschalbrettern, Füllungen und Einlegearbeiten.

11. Gelbes Mahagoniholz.

Holzcharakteristik: Holz hellockergelb, im Querschnitt mit konzentrischen dunklen, an das Spätholz von Jahresringen erinnernden Querzonen, kenntlichen Gefäßen in hellen, vielfach zu welligen bis zackigen Querlinien verschmelzenden Pünktchen und feinen Markstrahlen. Im Längsschnitt grob nadelrissig, glänzend, im radialen außerdem fein längs- wie querstreifig; auf der Tangentialfläche liegen die Gefäße meist in hellen Längsstreifchen, die mitunter eine zierliche Zeichnung hervorrufen, die Markstrahlen bilden hier sehr feine Strichelchen, deren Anordnung eine zarte, erst mit der Lupe sichtbare Querstreifung bedingt. Auch auf anders gerichteten Längsschnittflächen bewirken die Markstrahlen eine feine »Körnelung«.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln oder je 2—4 radial gereiht, meist 4 je Quadratmillimeter, 0,14—0,28 mm weit. Hoftüpfel der ziemlich kurzgliedrigen Gefäße fast kreisförmig, einander nicht oder doch nur leicht berührend, meist 0,012 mm breit, mit kurzen queren Porenspalten, diese in Quer- oder Schrägreihen, zu 2—6 durch gemeinsame Wandfurchen verbunden. Tüpfelung der Gefäße gegen Markstrahl- oder Holzparenchym nicht wesentlich abgeändert. — Die Grundmasse bilden derb- bis dickrandige Fasern, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe, Form und Lichtraumweite, die weitesten radial gereiht, die anderen regellos geordnet, kaum merklich getüpfelt. — Dünnwandiges Holzparenchym an den Gefäßen, diesen in meist vielreihigen, oft 4-zelligen Schich-

ten angelagert, oder sie mit solchen umfassend, häufig zu Querzonen verlängert, welche die Fasermasse durchsetzen; auf den Radialwänden klein getüpfelt. Kristallkammern nicht selten, besonders an den Grenzen des Holzparenchyms gegen Faserschichten. — Markstrahlen 11—12 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt in Querreihen (solcher 7 auf 2 mm Höhe), meist 4—5 Zellen (0,035—0,070 mm) breit und 0,21—0,32 mm hoch, nur wenige kleine zwei- bis einschichtig. Markstrahlzellen in dieser Ansicht rund oder eckigrund oder elliptisch, im Lichten 0,010—0,020 mm weit (hoch), die Endzellen meist größer, bis 0,048 mm hoch und 0,028 mm breit, alle dünnwandig und im Radialschnitt liegend oder doch nur die Kantenzellen hier quadratisch bis aufrecht, in diesen (mitunter zweikammerigen) da und dort Einzelkristalle von Kalziumoxalat.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, ziemlich leicht-, doch nicht glattspaltig.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen ab und zu klumpige Ausscheidungen einer ocker- oder orangegelben bis gelbbraunen, teils gleichmäßig durchscheinenden, teils trübkörnigen, in Alkohol wie Kalilauge unlöslichen Substanz. Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchyms nach Menge und Beschaffenheit ungleich, meist heller bis dunkler gelb, in vielen Zellen sehr spärlich; in Alkohol nur teilweise löslich. Trotzdem hinterläßt Alkohol, in dem dünne Holzschnittchen über einen Tag gelegen hatten, beim Abdunsten im Uhrschälchen einen ansehnlichen ockergelben Rückstand. Der Inhalt ist weit vollständiger, doch nicht restlos, in Kalilauge löslich. Er wird durch Eisenchlorid nur in einzelnen Zellen (gleich dem Inhalt der Gefäße) geschwärzt. In den Zellen und spärlicher in denen des Holzparenchyms fand Wilhelm als Inhalt: a) runde Tropfen von ungleicher Größe und gelblicher bis tief orangegelber Färbung (die kleineren oft gehäuft), in Alkohol meist unlöslich; b) ähnlich gefärbte Klümpchen oder größere, die Zellen zum Teil oder ganz ausfüllende Massen, teils körnig, teils gleichmäßig durchscheinend, von Alkohol wenig angegriffen; c) dunkle, undurchscheinende Ausfüllungen, die sich in Kalilauge nicht so rasch lösen wie a) und b), vielmehr zunächst tiefrot werden, stellenweise auch ungelöst bleiben, sich mit Eisenchlorid tief schwärzen; ähnlichen Inhalt führen auch manche Fasern. In den Zellen des Holzparenchyms fallen regellos geformte farblose Klümpchen auf, die dunkle runde Pünktchen (lufthaltige Hohlräume?) einschließen, oft den Querwänden genähert sind und von Alkohol oder Kalilauge anscheinend ebensowenig angegriffen werden wie von Salz- oder Schwefelsäure. Sie machen den Eindruck einer organischen Substanz, sind auf ihre Natur aber noch zu prüfen. In Glyzerin werden sie sehr durchsichtig, sind dann oft nur an den umschlossenen dunklen Pünktchen zu erkennen. Eisenchlorid bräunt auch die vordem gelblichen bis tief gelben Wände der Gefäße und Zellen. Dünne Schnittchen zeigen in destilliertem Wasser hellgelbe, nach dem Eintragen in kalkreiches Brunnenwasser oder in Alkohol aber tiefgelbe Zell- und Gefäßwände. Schön goldgelb färbt sich Kalilauge, anfänglich auch konzentrierte Schwefelsäure, während stark verdünnte Schwefelsäure entfärbend wirkt.

Verwendung: In den Möbeltischlereien und zu Einlegearbeiten.

12. Goldhölzer.

Der Name »Goldholz«, »Bois d'or«, wird mehreren Holzarten beigelegt, die vermutlich von hülsenfrüchtigen Bäumen abstammen und bei mancherlei Verschiedenheit in der äußeren Erscheinung, im inneren Bau, im Stoffgehalt, in Härte, Schwere und Spaltbarkeit doch darin miteinander übereinkommen, daß ihre auf frischen Schnittflächen helle, wenn auch nicht immer goldige Färbung unter dem Einflusse der Luft oft schon während der Bearbeitung allmählich einer dunkleren, meist rötlichen bis violetten weicht, die dann die Benennung des Holzes nicht oder kaum mehr rechtfertigt. Die hier beschriebenen »Goldhölzer« sind nach ihren angeblichen Heimatländern benannt.

a) Australisches Goldholz.

Heimat: Australien.

Holzcharakteristik: Holz auf frischen Schnittflächen auf sehr lichtem Grund regelmäßig gelbrot gestreift (gleichsam in der Längsrichtung »liniiert«), an der Luft tiefrot nachdunkelnd. Glanz und Aussehen der Schnittflächen wachsähnlich. Im Querschnitt wechseln hellrote mit dunkelroten Querzonen ab, weite, spärliche Gefäße sind schon mit freiem Auge sichtbar, die feinen Markstrahlen und zarte, wellige Querstreifchen aber erst unter der Lupe zu erkennen. Letztere zeigt hier wie in Längsschnitten die Gefäße von gelb- bis dunkelrotem Inhalt erfüllt, auf der Tangentialfläche auch eine zierliche, gewellte Querstreifung.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße spärlich, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht, 0,15—0,3 mm weit, mit ansehnlichen, bis 8 μ breiten Hoftüpfeln und querelliptischen Tüpfelporen. Markstrahlen im Tangentialschnitt in regelmäßigen Stockwerken, meist einschichtig und 6—10 Zellen (0,10 bis 0,16 mm) hoch, die Zellen selbst ziemlich dünnwandig, gleichförmig, gegen Gefäße mit zahlreichen ansehnlichen, denen der Gefäße angepaßten Tüpfeln. Dickwandige Fasern, bis 24 μ breit und bis 11 μ weit, als Grundmasse, mit schief spaltenförmigen Tüpfeln. Holzparenchym die Gefäße umringend und außerdem in der Grundmasse in zahlreichen einschichtigen, sowie in einzelnen mehr- (meist drei-) schichtigen Querzonen, meist mit je zwei, zusammen gewöhnlich 0,19 mm langen, 19 μ weiten Teilzellen; diese auf den Radialwänden mit sehr ansehnlichen Tüpfeln oder Tüpfelgruppen; häufig in Kristallkammern geteilt.

Beschaffenheit: Hart, sehr schwer, in Wasser sinkend, schwerspaltig, sehr unebene, grobsplitterige und zackige Bruchfläche. In der Richtung des Faserverlaufes nur streifenweise schneidbar, in Zwischenstreifen unter dem Messer splitternd, sehr politurfähig. Frische Schnittflächen, besonders Späne duften nach Bienenwachs, auch etwas rosenartig.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlen, im Holzparenchym und in den Gefäßen frisch angeschnittenen Holzes enthält dieses teils gelblichen, teils goldgelben Inhalt; beiderlei Färbungen wech-

seln nach Längszonen und bewirken so die oben erwähnte Streifung des Holzes. Kalilauge färbt die Wände gelb und löst den Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchyms bis auf ölartige farblose Tropfen und Tröpfchen, die in den betreffenden Zellen zurückbleiben. Alkohol löst dieselben und färbt nun die Zellwände, besonders die der Fasern, vorübergehend tiefrot. An den unter dem Einfluß der Luft anfänglich schön honiggelb, später dunkelrot gefärbten Holzflächen erscheinen der Inhalt und die Wände sämtlicher Zellen und Gefäße sattgoldgelb bis tief gelbrot. Alkohol löst den Inhalt der Zellen rasch mit goldgelber Farbe. Die goldgelbe alkoholische Lösung wird, mit einem Tropfen Chlorzinkjod versetzt, tiefrot. Eisenchlorid färbt den Inhalt der Gefäße und alle Wände mehr oder weniger schwarzbraun. Späne färben heißes Wasser erst gelb, dann rot; an der Oberfläche der Flüssigkeit scheidet sich beim Erkalten eine fett- oder wachsartige Substanz als Häutchen ab. Dieses besteht teils aus zarten Krusten, teils aus kleinen, länglichen Kristallen.

Verwendung: Vornehmlich in der Stockindustrie.

b) Brasilianisches Goldholz I.

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik: Auf frischen Schnittflächen abwechselnd goldbraun bis grünlich und dunkelviolett, auf der Hirnfläche konzentrisch heller und dunkler (bis tiefviolett) gezont mit sehr auffälligen hellen Pünktchen, auch (zum Teil erst unter der Lupe deutlichen) hellen Querlinien in ungleichen Abständen; Gefäße (in den Pünktchen) kaum kenntlich, die feinen Markstrahlen nur mit der Lupe sichtbar, ein Teil der Gefäße durch Kernstoff verstopft. Im Längsschnitt wenig glänzend, sehr deutlich nadelrissig, außerdem mit feinen hellen bis dunklen, den Gefäßfurchen parallelen Streifchen, auf den Radialflächen mit besonders auffälligem Wechsel heller und dunkler Zonen und durch die Markstrahlen fein querstreifig, durch diese auch im Tangentialschnitt zart quergestreift, da sie hier kurze quer gereihte Strichelchen bilden.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße meist einzeln, 0,07—0,19 mm weit, auch zu 2—4 radial gereiht, seltener zu mehreren in Gruppen, ziemlich gleichmäßig verteilt, solcher Einzelgefäße bzw. Reihen oder Gruppen etwa 3—4 auf ein Quadratmillimeter Querschnittfläche. Gefäßtüpfel auch gegen Holzparenchym und Markstrahlzellen rundlich, etwa 0,008 mm breit mit elliptischer bis querspaltenförmiger Pore. Die meisten Gefäße in rhombischen oder rundlichen Inseln von Holzparenchym, eine Anzahl aber auch in oder an querdurchziehenden Parenchymschichten von ungleicher, an den Gefäßen stets zunehmender Breite; Querzonen dieser Parenchymschichten mit solchen nicht zusammenhängender Parenchyminseln abwechselnd. Manche Parenchymzonen erscheinen auf längere Strecken hin von Gefäßen unabhängig (Grenzen von Zuwachsschichten). In diesen zwei- bis sechsreihigen Parenchymbändern zeigen die Zellen (im Querschnitt) meist kürzeren, radialen Durchmesser, während dieser bei den meist sechsseitigen Zellen nächst den Gefäßen und in denen der Parenchyminseln sehr häufig dem tangentialen gleichkommt, oder ihn sogar übertrifft. Alle Parenchymzellen dünnwandig, von tief gelbrotem bis dunkelrotem Kernstoff vollständig ausgefüllt. Grundmasse besteht aus dickwandigen Sklerenchymfasern, diese im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe und Form, auch ungleich weitem, zum Teil sehr engem Lichtraum. Fasern auf den Radialwänden mit kleinen, schiefspaltenförmigen Tüpfeln. In den weiteren dieser Fasern meist Kernstoff. Um die Gruppen und Zonen des Holzparenchyms, an der Grenze jener gegen die Faserschichten bilden Kristallzellen eine oft zierliche Einfassung. Markstrahlen 18—23 auf 2 mm Querschnittbreite, im Tangentialschnitt in Querreihen (etwa 7—8 auf 2 mm) schlank, meist zweischichtig, und 8—18 Zellen (0,12—0,24 mm) hoch, manche auch einschichtig, ihre Zellen klein, elliptisch, von ziemlich gleichen Ausmaßen, im Lichten 0,008—0,016 mm hoch und 0,004—0,008 mm breit; Endzellen nicht größer als die übrigen, alle ziemlich dickwandig, im Radialschnitt liegend. Holzparenchym meist zwei- und langzellig, nur an Gefäßen mehr- und kurzzellig, auf den Radialwänden mit kleinen rundlichen Tüpfeln, diese zum Teil in Querreihen oder Gruppen. Kristallkammern zahlreich.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, im Wasser sofort sinkend, uneben spaltend. Das Holz wird an der Luft allmählich gleichmäßig violett, wobei jedoch der Unterschied zwischen hellen und dunklen Zonen erhalten bleibt.

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Fasern goldgelb, rötlichgelb oder goldgrün. Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchym sowie vieler Fasern harzartig, grüngelb bis orangegelb und tiefrot; solcher Kernstoff in Stücken und Klumpen auch in den Gefäßen, in manchen nebstdem ockergelbe Massen, die sich im Gegensatz zu allem anderen gefärbten Inhalt des Holzes in Alkohol nicht lösen. Kalilauge färbt gleichmäßig orangerot unter Lösung des Kernstoffes, Eisenchlorid schwärzt Wände und Inhalt. Spänchen färben destilliertes Wasser nur schwach, kalkreiches Brunnenwasser ockergelb, Alkohol granatrot, alle diese Lösungen werden durch Eisenchlorid tief geschwärzt (mit grünlichem Tone).

Verwendung: Kunstholz für Einlegearbeiten.

c) Brasilianisches Goldholz II.

Stammpflanze und Familie: Den Namen »Araribà« führen nach Engler-Prantl (Nat. Pflanzenfam.) mehrere brasilianische Bäume, so *Centrolobium robustum Mart.* (Papilionatae). *Alchornea iricurana Casar.* (Fam. Euphorbiaceae), endlich einige Arten der Rubiaceengattungen *Sickingia Willd.* Das fragliche Holz dürfte einem hülsenfrüchtigen Baume zugehören.

Nomenklatur: »Nicaragua Goldholz«, »Araribà«.

Holzcharakteristik: Holz lichter oder tiefer goldgelb bis goldbraun, im Querschnitt mit konzentrischen dunklen, an Spätholz von Jahresringen erinnernden Querzonen und eben noch kenntlichen, ziemlich gleichmäßig verteilten Gefäßen (unter der Lupe oft hell behöft), zum Teil

durch glänzenden Kernstoff verstopft; die sehr feinen Markstrahlen hier erst mit der Lupe (hell auf dunklerem Grund) sichtbar. Im Längsschnitt lebhaft glänzend, besonders bei wechselndem Lichteinfall, durch die zahlreichen rötlichen Gefäßfurchen sehr auffällig nadelrissig, durch die Markstrahlen auf der Radialfläche fein querstreifig, auch auf der tangentialen unter der Lupe mit zarter Querstreifung, verursacht durch die Querreihung der Markstrahlen, die hier als feine Strichelchen erscheinen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße etwa 10 je Quadratmillimeter, einzeln, auch zu 2—5 radial gereiht, im Querschnitt oft kreisrund, 0,035—0,175 mm weit, meist von beiderseits angrenzenden Schichten dünnwandigen Holzparenchyms begleitet. Gefäße gegen ihresgleichen (auf Tangentialwänden) mit sehr dicht gestellten, etwa 0,008 mm breiten Hoftüpfeln besetzt, diese meist in ungleich steilen Schrägzeilen; die spaltenförmigen Tüpfelporen in diesen Reihen paarweise oder zu mehreren in gemeinsame Wandfurchen mündend; Gefäßtüpfel gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen etwas weiter porig und weniger gedrängt. Grundmasse aus derb- bis dickwandigen Fasern gebildet, diese im Querschnitt des Holzes von ungleicher Form, Größe und Weite, regellos gelagert oder die größeren und weiterlumigen in Radialreihen, doch in diesen meist durch dazwischentretende kleine englumige getrennt. Durch Überhandnehmen der letzteren können (in jener Ansicht) dichtere Querzonen zustande kommen, mit mehr oder weniger auffälliger (einseitiger) Abgrenzung. Radialwände der Fasern mit kleinen, schiefspaltenförmigen, meist in einer Längsreihe gestellten Tüpfeln, die im Tangentialschnitt jene Wände zwischen den Querreihen der Markstrahlen gut sichtbar durchsetzen. Markstrahlen im Tangentialschnitt in (nicht immer regelmäßigen) Querreihen (deren meist 10 auf 2 mm Höhe), einschichtig, gewöhnlich vier bis acht Zellen (0,105—0,175 mm) hoch, diese dünnwandig, rundlich, oder aufrecht elliptisch, im Lichten meist 0,020—0,024 mm hoch und 0,012—0,016 mm weit; die Endzellen nicht größer; im Radialschnitt alle liegend und ringsum getüpfelt. Reihen des Holzparenchyms oft nur zweizellig. Zellen auf den Radialwänden mit ansehnlichen, zum Teil in lockere Gruppen geordneten Tüpfeln, häufig in Kristallkammern geteilt.

Beschaffenheit: Wenig hart, ziemlich leicht, auch leicht- und glattspaltend, am Licht gleichmäßig ins rötliche nachdunkelnd. Wasser trüb ockerbraun, Alkohol tief gelbrot färbend; der alkoholische Auszug wird durch Eisenchlorid geschwärzt.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen Abscheidungen von goldgelber bis orangegelber Färbung, in den Markstrahl- und Holzparenchymzellen wie auch in Fasern harzähnlicher, tiefgoldgelber, von Alkannatinktur geröteter Inhalt, als homogene, oft von Hohlräumen durchsetzte vollständige Ausfüllung, oder an den Schmalseiten der Zellen verfärbter oder auf diese beschränkter Wandbeleg. Wände der Zellen und Gefäße grünlichgelb. Alkohol löst den Inhalt beider rasch, entfärbt langsamer die Wände, Kalilauge löst rasch den Inhalt der Zellen, nicht restlos den der Gefäße, vertieft die Färbung der Wände; Eisenchlorid färbt diese schwarzbraun.

Verwendung: Schönes Kunsttischlerholz, besonders für Einlegearbeiten geeignet.

13. Guaraholz.

Nomenklatur: »Guara Batinka«.

Heimat: Brasilien?

Holzcharakteristik: Holz hell rötlichbraun, im Querschnitt mit sehr zahlreichen, gleichmäßig dicht zusammengedrängten hellen, für das freie Auge kaum porösen Pünktchen; die in diesen liegenden, meist offenen, nur ab und zu durch weißen Inhalt verstopften Gefäße und die feinen Markstrahlen erst mit der Lupe sichtbar, desgleichen zarte, vielen Pünktchen seitlich angesetzte, meist kurze Querstreifchen. Im Längsschnitt ziemlich grob-, doch ungleichmäßig nadelrissig; hier wechseln lebhaft glänzende mit matten Längszonen, in jenen erscheinen die Gefäße in hellen Längsstreifchen, unter der Lupe ohne auffälligen Inhalt bis auf vereinzelt vorkommende weiße Ausfüllungen. Die Markstrahlen bilden auf der Radialfläche helle Querstreifen, auf der tangentialen feine, erst mit der Lupe sichtbare helle Strichelchen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße einzeln, 0,15—0,30 mm breit oder zu 2—3 radial gereiht, von solchen Reihen oder Einzelgefäßen etwa 4—5 je Quadratmillimeter Querschnittsfläche, meist in mehrschichtigen Gruppen von Holzparenchym liegend, die sich seitlich rasch auskeilen oder zu Querzonen von ungleicher Ausdehnung verlängern, mit radial gereihten Zellen, deren tangentialer Durchmesser oft kleiner ist als der radiale. Hoftüpfel der Gefäße klein, etwa 0,006 mm breit, mit elliptischen Poren, in dichte Quer- und Schrägreihen geordnet, in diesen zu 2—5 oder mehr durch gemeinsame Wandfurchen verbunden, gegen Markstrahlzellen oder Holzparenchym nicht abgeändert. Als Grundmasse mehr dickwandige Sklerenchymfasern, radial gereiht, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe und Form (meist vier- bis sechsseitig) und engem runden, bis elliptischen Lichtraum, klein und spärlich getüpfelt. Markstrahlen 13—14 auf 2 mm Querschnittsfläche, im Tangentialschnitt schmal, meist 2—3schichtig, und 0,14—0,50 mm hoch, einzelne kleine nur einschichtig, Markstrahlzellen in dieser Ansicht rund bis elliptisch, meist 0,012—0,016 mm, manche auch bis 0,024 mm im Lichten weit (hoch); die Endzellen nicht oder nur wenig größer; alle derbwandig, im Radialschnitt liegend, seltener die Kantenzellen hier fast quadratisch. Holzparenchym vier- bis mehrzellig, Zellen auf den Radialwänden klein getüpfelt. Kristallkammern fehlen.

Beschaffenheit: Ziemlich hart und schwer, doch leicht- und glattspaltig, an Wasser keinen Farbstoff abgebend, Alkohol erst nach längerer Einwirkung etwas gelblich färbend.

Inhaltsstoffe: In den Markstrahlzellen gelber harzartiger Inhalt, eine klumpige Masse bildend oder in einzelne Stücke gesondert. Inhalt in kaltem wie in heißem Alkohol unlöslich, auch von Kalilauge, die ihn goldbraun färbt, nicht angegriffen. Säuren lassen die Inhaltskörper, wenig-

stens zunächst, ungelöst. In Salzsäure nehmen diese eine blasse, den Zellwänden ähnliche Färbung an, in Schwefelsäure wird die ursprüngliche Gelbfärbung lebhafter. Holzparenchym meist leer. In einzelnen Gefäßen im auffallenden Licht weiße, kristallinische Ausfüllungen, zwischen gekreuzten Nikols aufleuchtend, doch ohne gut ausgebildete Kristalle. Alkohol läßt diese Massen ungelöst, Kalilauge löst sie rasch und farblos, in Salzsäure verschwinden sie allmählich. Wände der Zellen und Gefäße, namentlich der Fasern, lichtrötlich. Eisenchlorid verfärbt die Wände nicht, schwärzt aber in ungleichem Grade den Inhalt der Markstrahlzellen.

Verwendung: Gutes Möbeltischlerholz.

14. Javaholz.

Heimat: Java?

Holzcharakteristik: Holz in seiner rötlichbraunen Färbung an dunkleres Zuckerkistenholz oder Mahagoni erinnernd. Im Querschnitt mit hellen, ziemlich groben, die kenntlichen Gefäße einschließenden Pünktchen, schmalen, in ungleichen Abständen vorhandenen hellen Querzonen und erst unter der Lupe sichtbaren Markstrahlen. Im Längsschnitt bei entsprechendem Lichteinfall mit hellen, zum Teil gefurchten Streifchen in zonenweise lichterer und dunklerer, auf der Radialfläche auch quergestreifter und lebhaft glänzender Grundmasse. Ab und zu erscheinen einzelne der Furchen (Gefäße) weiß ausgefüllt. Im Tangentialschnitt erscheinen unter der Lupe die Markstrahlen als zahlreiche kurze, spindelförmige, matte oft etwas poröse Streifchen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße ansehnlich, 0,16—0,27 mm weit, einzeln, oder zu 2—3 oder zu mehreren (bis 8) vereinigt, immer reichlich von Holzparenchym umgeben, zum Teil auch in vielschichtigen, an den Gefäßen oder Gefäßgruppen entsprechend verbreiterten Querzonen von Holzparenchym. Markstrahlen meist 3—6 Zellen breit, 0,24—0,72 mm hoch, einzelne kleinere auch einschichtig. Markstrahlzellen 5—16 μ weit, ziemlich dünnwandig und gleichförmig. Dickwandige Fasern als Grundmasse, in ihren meist radial geordneten Mittelstücken bis 24 μ breit, und bis 13 μ weit. Zellen des Holzparenchyms dünnwandig, bis 40 μ weit, neben den Gefäßen oft sehr unregelmäßig gestaltet. Kristallkammern häufig.

Beschaffenheit: Ziemlich hart und dicht (härter und dichter als Mahagoni).

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen, in vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms sowie häufig in den Fasern lebhaft brauner, mit Eisenchlorid sich dunkel färbender Inhalt; auch die Faserwände gebräunt. Wasser wird durch das Holz hell orangegelb, Alkohol satt orangerot gefärbt; ein jeder dieser Auszüge (am tiefsten der alkoholische) durch Eisenchlorid in grünlichem Tone geschwärzt.

Verwendung: Wie Mahagoni, als Mahagoniersatz.

15. Königshölzer.

Als »Königsholz« gehen im Handel mehrere nach ihrer botanischen Herkunft nicht oder doch nicht sicher bekannte, meist harte und schwere Hölzer, gewöhnlich von rot- bis blauvioletter, oft in konzentrischen Zonen abwechselnd hellerer und dunklerer Färbung (»gewässert«). Der feinere Bau erinnert an den der Palisanderhölzer, wie bei diesen ist die Kernstoffbildung sehr reichlich und sind auch die Wände der Zellen und Gefäße gefärbt. Alkoholische Auszüge färben sich tiefst rot bis violett, während an Wasser auch in der Siedehitze meist nur wenig oder kein Farbstoff abgegeben wird; Eisenchlorid schwärzt solche Auszüge nicht.

Einige für die Kunsttischlerei besonders wertvolle Hölzer sind nachstehend beschrieben.

a) Königsholz von Madagaskar.

Heimat: Madagaskar und dieser vorgelagerte kleinere Inseln.

Nomenklatur: »Bois de Madagascar«, »Bois violet« (diesen Namen führt auch das Amarantholz); »Nossi-bè«.

Holzcharakteristik: Frische Schnittflächen des Holzes tief rotviolett, »bordeauxrot«, mit helleren und dunkleren bis schwärzlichen Zonen; länger der Luft ausgesetzte Holzstücke werden dunkelviolettbraun bis gleichmäßig purpurschwarz. Stark nachgedunkelte Stücke erscheinen ebenholzähnlich. Querschnittflächen mit kenntlichen, spärlichen Gefäßen; unter der Lupe (die jene durch glänzenden Inhalt verstopft zeigt) auch mit zahlreichen zarten, hellen, häufig (durch Kalziumoxalatkristalle) weiß punktierten Wellenlinien und sehr feinen Markstrahlen. Im Längsschnitt bilden die Gefäße deutliche, zum Teil schwarz ausgefüllte Furchen; die etwas spiegelnden radialen Spaltflächen zeigen unter der Lupe glänzende Querstreifen (Markstrahlen) und feine parallele Längslinien.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,08—0,30 mm weit, einzeln oder zu 2 bis 4 in radialen Reihen oder zu mehreren (bis 8) in Gruppen, mit querspaltporigen, runden oder eckigen Hoftüpfeln. Markstrahlen im Tangentialschnitt in mehr oder weniger vollkommenen Querreihen, fast alle einschichtig, meist 4—7 oder auch 7—10 Zellen (0,11—0,25 mm) hoch, letztere 13—40 μ weit, dünnwandig, gleichförmig. Fasern, mehr oder weniger dickwandig, als Grundmasse, im Querschnitt ungleich groß und oft halbrund oder dreiseitig, mit ziemlich zahlreichen, schief spaltenförmigen Tüpfeln. Holzparenchym, meist zweizellig und oft mit Kristallkammern, in ein- bis mehrfacher Schicht die Gefäße, bzw. Gefäßgruppen umringend und in zahlreichen, ein- bis vierschichtigen, meist um 0,08—0,11 mm voneinander entfernten Querzonen, die häufig Gefäße in sich aufnehmen und sich dann entsprechend verbreitern.

Beschaffenheit: Hart, schwer, im Wasser meist sofort sinkend, ziemlich leichtspaltig, gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: Alle Wände rot. In allen Elementen karminroter Inhalt; dieser in den Markstrahlen und im Holzparenchym in Klumpen und Ballen, die sich gleich dem der Fasern in Alkohol mit prächtig roter Färbung lösen. An Wasser wird auch in der Siedehitze kein Farbstoff abgegeben.

Verwendung: Sehr wertvolles Holz für die Kunsttischlerei.

b) Blauviolettes Königsholz I.

Holzcharakteristik: Splintholz hellbräunlich, Kernholz blauviolett. Auf der Hirnfläche kaum kenntliche Gefäße und erst unter der Lupe sichtbare Markstrahlen; doch sehr auffälliger Wechsel konzentrischer, schmaler, hellerer und dunkler Querzonen, durch ungleiche Weite und Häufigkeit der Gefäße verursacht. Die Lupe zeigt auf dem Querschnitt auch sehr feine helle Querlinien in ungleichen, 0,5 bis gegen 2 mm weiten Abständen. Im Längsschnitt fein nadelrissig, in den Gefäßfurchen glänzend, unter der Lupe auf der Tangentialfläche durch die Markstrahlen fein gestrichelt und mit äußerst zarter, gleichmäßiger Querstreifung. Auf der Radialfläche gleichfalls querstreifig, doch gröber und weniger gleichmäßig.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 14—15 je Quadratmillimeter, einzeln oder zu 2 bis mehreren in Reihen oder Gruppen, 0,05 bis 0,14 mm weit, dickwandig. Gefäßtüpfel kaum 0,008 mm breit, querspaltporig, einander meist nicht berührend, gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abgeändert. Grundmasse hauptsächlich von sehr dickwandigen Fasern gebildet; diese im Querschnitt des Holzes ziemlich regellos gelagert, von ungleicher Form und Größe und sehr engem, oft fast punktförmigem Lichtraum. Radialwände der Fasern mit kleinen, schiefspaltenförmigen Tüpfeln besetzt. Holzparenchym an den Gefäßen und in konzentrischen schmalen Querzonen von 0,47—1,40 mm Abstand, zwischen diesen vereinzelt, oder in lockeren Querreihen, meist zweizellig, derbwandig, auf den Radialwänden der Zellen reichlich getüpfelt. Kristallkammern häufig. Markstrahlen 25—29 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt in Querreihen (deren 14—15 auf 2 mm Höhe), klein, teils ein- teils zweischichtig, meist 4—10 Zellen (0,087—0,140 mm) hoch, manche auch doppelt so hoch. Markstrahlzellen in dieser Ansicht klein, rundlich, meist nur 0,008—0,012 mm im Lichten weit; die Endzellen nicht oder kaum größer; alle ziemlich derbwandig, im Radialschnitt liegend.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, im Wasser sinkend, ziemlich gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: Inhalt der Markstrahl- und der Holzparenchymzellen, sowie vieler (namentlich der engeren) Gefäße, tiefrot- bis schwarzviolett, in Alkohol löslich, auch in Kalilauge rasch verschwindend. Letztere färbt die vordem hellviolettrot erscheinenden Wände der Zellen und Gefäße grün. Wasser färbt sich durch das Holz schwach gelblich, Alkohol tief violett. Der wässerige Auszug fluoresziert blau

Verwendung: Sehr wertvolles Kunsttischlerholz.

c) Blauviolettes Königsholz II.

Holzcharakteristik: Färbung und äußere Erscheinung des Holzes ähnlich wie bei I, doch die Anordnung der konzentrischen helleren und dunklen, fast schwarzen Schichten auf der Hirnfläche weniger regelmäßig und ohne Beziehung zu der auch hier nach Querzonen wechselnden Weite der Gefäße. Diese gut kenntlich, die weitesten in auffälligen Querreihen, die beinahe an das Frühholz ringporiger Hölzer erinnern; Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar, desgleichen sehr zarte, zahlreiche helle Querlinien. Im Längsschnitt fein nadelrissig, in den Gefäßfurchen unter der Lupe glänzend, auf der Radialfläche, wo die nach Längszonen ungleich dunkle Färbung besonders auffällig, mit feiner Querstreifung, auf der tangentialen unter der Lupe fein gestrichelt, nur stellenweise mit Andeutung stockwerkartigen Aufbaues.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße dickwandig, 0,04—0,19 mm weit, teils einzeln, teils zu zwei oder mehreren in Reihen oder Gruppen solcher Vereinigungen und einzelstehender Gefäße bis 30 und mehr auf den Quadratmillimeter, die letzteren zum Teil in ungleich auffällige und regelmäßige Querzonen geordnet. Hoftüpfel der Gefäße einander meist nicht berührend, bis 0,008 mm breit, querspaltporig, oft in regelmäßige Querreihen geordnet, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Grundmasse wie I, doch Holzparenchym reichlicher als dort, teils vereinzelt, teils in schmalen, meist nur ein- bis zweischichtigen, regellos angeordneten Quer- oder Schrägzonen, die sich an Gefäßen meist verbreitern. Holzparenchym meist zwei-, an Gefäßen auch vierzellig, Radialwände der Zellen reichlich getüpfelt. Kristallkammern häufig. Markstrahlen etwa 24—27 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt annähernd in Querreihen, die aber durch das häufige Nebeneinanderstehen kleiner ein- bis zweischichtiger und großer (höherer) meist zwei- bis dreischichtiger Markstrahlen wenig auffallen und hauptsächlich in der Anordnung der kleineren merklich werden. Diese meist 4—6 Zellen, die größeren 2- bis 3mal so hoch, die Zellen selbst meist bis 0,016 mm weit, die Endzellen oft größer, alle ziemlich dünnwandig, im Radialschnitt liegend.

Beschaffenheit: Weniger hart und schwer als blauviolettes Königsholz I. Im Wasser nicht oder doch nicht sofort sinkend. Ziemlich gut spaltbar und gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: Inhalt der Zellen und Gefäße, Färbung der Wände und Verhalten gegen Alkohol und Kalilauge sowie gegen Wasser und Alkohol wie bei Königsholz I; jedoch fluoresziert der wässerige Auszug nicht.

Verwendung: In der Kunsttischlerei.

Bemerkung: Die Färbung, die Querreihen weiter Gefäße, wie auch der anatomische Bau erinnern an »Madagaskar-Palisander«, doch stimmt bei diesem der Wechsel heller und dunkler Quer- bzw. Längszonen mit dem konzentrischen, auf Zuwachszonen deutenden Wechsel der Gefäßweiten überein (wie bei I), der stockwerkartige Aufbau des Holzkörpers ist deutlicher, die Anzahl der Gefäße und Markstrahlen auf 1 qmm Querschnittsfläche geringer, der Gefäßinhalt in Alkohol ganz oder größtenteils unlöslich.

d) Rotviolettes Königsholz.

Holzcharakteristik: Splint lichtbraun, etwas rötlich. Kern rotviolett, auf der Hirnfläche mit konzentrischen helleren und dunkleren Querzonen, kenntlichen Gefäßen und heller, zierlich feinwelliger dichter Querstreifung. Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt deutlich nadelrissig, Gefäßfurchen des Splintes

rötlich, des abwechselnd hell- und dunkelfarbigen, grobstreifigen Kerns, unter der Lupe zum Teil mit schwarzrotem Inhalt. Auf glatten Radialflächen auch mit feiner, den Gefäßen paralleler Längsstreifung, zudem unter der Lupe durch die Markstrahlen querstreifig, durch diese im Tangentialschnitt bei Lupenbetrachtung fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße auf der Querschnittsfläche des Holzes regellos zerstreut oder stellenweise für kurze Strecken in Schrägzeilen geordnet, meist einzeln, 0.05—0.23 mm weit, 9—12 je Quadratmillimeter, von dickwandigem Holzparenchym umringt. Hoftüpfel der Gefäße etwa 0,006—0,008 mm breit, querspaltporig in Quer- oder Schrägzellen (in diesen die Poren benachbarter Tüpfel oft zu je zwei oder mehreren durch gemeinsame Wandfurchen verbunden), gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abgeändert. Holzparenchym bildet zahlreiche wellige, stellenweise aussetzende Querzonen, etwa 8—9 auf 2 mm Markstrahllänge, von ungleicher Breite, meist 2—4schichtig, da und dort aussetzend, viele Gefäße untereinander verbindend. Gewöhnlich zweizellig, auffällig dickwandig, ringsum mit ansehnlichen, bis 0,04 mm weiten Tüpfeln. Kristallkammern sehr häufig, namentlich an den Grenzen der Parenchymzonen gegen Fasern. Zwischen den Parenchymzonen breitere Schichten sehr dickwandiger Fasern, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe und Form und engem bis engstem Lichtraum, meist regellos gelagert, und fast unmerklich getüpfelt. Markstrahlen 17—24 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt mit Neigung zur Querreihung, was besonders bei den kleineren, zwei- bis dreischichtigen und meist 0,18 mm hohen merklich wird; die größeren, zum Teil aus der Vereinigung kleiner entstanden, bis 0,7 mm hoch und bis 6 Zellen (0,07 mm) breit. Markstrahlzellen in jener Ansicht rundlich oder breit elliptisch, meist klein, 0,008 bis 0,016 mm im Lichten weit, mit dicken, konzentrisch geschichteten Wänden, in diesen enge Tüpfelkanäle; Zwischenzellräume zwischen benachbarten Markstrahlzellen sehr auffällig, Endzellen nicht größer als die übrigen; dies alles am deutlichsten bei Markstrahlen zwischen Strangparenchym. Im Radialschnitt alle Markstrahlzellen liegend, ringsum ansehnlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, in Wasser sofort sinkend, leicht- und glattspaltend, gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: Wände der Zellen und Gefäße im Splint farblos, diese hier gelb ausgefüllt, jene leer, im Kern in beiderlei Formelementen (auch in Fasern) roter Inhalt und alle Wände gelblich bis rötlich. Kalilauge färbt diese gleichmäßig gelb und löst, gleich Alkohol, den Inhalt der Zellen, nicht aber den der Gefäße. Wasser wird durch das Holz nur schwach gelblich, Alkohol tief rot gefärbt.

Verwendung: Kunstholz.

Bemerkung: Ob das eine oder andere der unter b und c beschriebenen Hölzer etwa das nach Wiesner (23) von der auf den Molukken und im Indischen Archipel einheimischen *Fragraea fragrans Roxb.* (Fam. Loganiaceae) stammende »Königsholz« ist oder das nach Höhnel (106) von der Rosacee *Ferolia guianensis Aubl.* abgeleitete »Ficatinholz«, bleibe hier dahingestellt. Vermutlich handelt es sich um Leguminosenhölzer, vielleicht kommen von solchen zum Teil Arten von *Machaerium* und *Dalbergia* in Betracht. — Über sonstiges »Königsholz« siehe auch E. Hanausek (19), Laris (108), wo auch »Amarantholz« und »Veilchenholz« als Königshölzer bezeichnet sind.

16. Maracaibo-Gelbholz.

Stammpflanze: Verwandt mit *Chlorophora tinctoria (L.) Gaudich.* Moraceae.

Heimat: Tropisches Amerika (Venezuela?).

Holzcharakteristik: Holz tief und lebhaft ockergelb, im Querschnitt mit zahlreichen hellen, sehr auffälligen Pünktchen, die durch Thyllen verstopften Gefäße einschließend, einzeln oder in Quer- und Schrägreihen geordnet und, in konzentrischen Querzonen, von ungleicher Feinheit und von wechselnder Dichte des Beisammenstehens; Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt sehr deutlich, doch ungleichmäßig nadelrissig, in den orangegelben Gefäßfurchen unter der Lupe feinkörnig und etwas glänzend, auf Radialflächen auch dicht querstreifig, auf tangentialen unter der Lupe fein gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,23—0,31 mm weit, gleich denen des »Robinienholzes« von zahlreichen dünnwandigen Thyllen erfüllt, in diesen mitunter Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3 radial gereiht, solche Reihen- oder Einzelgefäße 5—6 je Quadratmillimeter Querschnittsfläche, meist von Holzparenchym begleitet. Holzparenchym entweder auf die nächste Umgebung der Gefäße beschränkt oder sich von diesen aus in die Grundmasse erstreckt, mitunter mehrschichtige Quer- oder Schrägzonen bildend, die benachbarten Gefäße miteinander verbindend. Holzparenchym mit 3—7, auch mit 5 Teilzellen, diese mit zahlreichen kleinen, nur gegen Gefäße größeren Wandtüpfeln. Kristallkammern sehr häufig. Dickwandige, ziemlich weitlumige Fasern als Grundmasse, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Form und Größe, radial gereiht oder regelloser gelagert. Die radialen Faserwände klein und schiefspaltig getüpfelt. Markstrahlen 14 bis 21 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist 2—4schichtig, 0,15—0,46 mm hoch, zwischen Fasern oft nur bis 0,035 mm, im Holzparenchym bis 0,053 mm breit; Markstrahlzellen in dieser Ansicht rundlich bis elliptisch, meist 0,008 bis 0,016 mm weit (hoch), im Holzparenchym mit dickeren, zwischen Fasern oft mit dünneren Wänden; Endzellen gewöhnlich nicht größer; im Radialschnitt alle liegend, doch die Kantenzellen meist verkürzt, mitunter quadratisch bis aufrecht, die Tüpfel zahlreich und klein, nur gegen Gefäße größer, den etwa 0,006 mm breiten, querspaltporigen und Quer- oder Schrägzeilen bildenden Hoftüpfeln dieser angepaßt.

Beschaffenheit: Hart, schwer, schlecht spaltend.

Inhaltsstoffe: Wände aller Zellen und Gefäße gelblich, in den Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms teils nur spärliches, gelbliches Gekrümel, teils, wie auch in manchen Fasern, gelber, harzartiger, in Alkohol wie in

Kalilauge löslicher Inhalt. Letztere färbt die Wände lebhaft goldgelb. In Markstrahlzellen mitunter auch Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Holz färbt Wasser wie Alkohol satt orangegelb. Beiderlei Auszüge, besonders der alkoholische, zeigen nach Zusatz von wässeriger Alaunlösung die von Harms (320) für Auszüge des »Echten Gelbholzes« beschriebene prächtig hellgrüne Fluoreszenz; von Eisenchlorid werden sie tief geschwärzt (in grünlichem Tone).

Verwendung: Schönes Holz für Kunsttischlerei.

Bemerkung: Die Färbung, der anatomische Bau und das Verhalten gegen Reagenzien, besonders auch die Fluoreszenz wässriger wie alkoholischer Auszüge verweisen dieses Holz an die Seite des Echten Gelbholzes, von dem es hauptsächlich nur durch die geringere Entwicklung des dort in zahlreichen fast ununterbrochenen Querzonen auftretenden Holzparenchyms sich unterscheidet. Es handelt sich wohl zweifellos um ein Moraceenholz aus der nächsten Verwandtschaft der *Chlorophora tinctoria*. In dieser Art läßt sich tatsächlich eine Anzahl einander ähnlicher, durch zahlreiche Übergänge verbundener Baumformen der Moraceen einbeziehen, so auch *Maclura mora Griseb.*, von dem das sogenannte »Moraholz« herstammt, das nach Harms (320) zweifellos zu *Chlorophora tinctoria* gehört. Für die letztere Art finden sich auch die Namen »Mora« und »Palo de Mora« in der Literatur vor. Das gleiche dürfte für Holzproben gelten, die unter dem Namen »Tajuba« zur Untersuchung kamen. Nach Harms (320) sind im Berliner Herbar einigen Exemplaren von *Chlorophora tinctoria* als einheimische die Namen »Tataybá« und »Tajubá« beigegeben. Nach Peckolt heißt ein dieser Art ähnlicher Baum in Brasilien »Tatageba«. Solche Namen bezieht auch Stone (6) auf das »Echte Gelbholz«, während Grisard und van den Berghe ein »Tatajubaholz« von einer *Caryocar*art ableiten. Die untersuchten Hölzer sind untereinander, wie auch vom »Marakaiboholz« nur stufenweise verschieden, ihre Auszüge fluoreszieren gleich denen der erst erwähnten Gelbhölzer grün. Bei einer dieser Proben enthielten einzelne Fasern, manche Holzparenchym- und Markstrahlzellen, wie auch einzelne Thyllen eine im durchfallenden Licht trübgrüne, anscheinend kristallinische, zwischen gekreuzten Nikols mehr gelbliche, in Alkohol unlösliche, in Kalilauge sich mit grüngelber Färbung lösende Substanz.

17. Mbiapinjaholz.

Heimat: Kamerun.

Holzcharakteristik (10): Holz matt ockergelb mit rötlichem Tone. Im Querschnitt die Gefäße als feine Poren oder helle Pünktchen eben noch kenntlich, die feinen hellen Markstrahlen deutlich, desgleichen schmale helle konzentrische Querzonen in ungleichen Abständen in Verbindung mit sonstiger an Jahresringe erinnernder Zeichnung. Im Längsschnitt sehr fein und dicht nadelrissig, im radialen auch fein querstreifig und die Gefäßfurchen unter der Lupe glänzend, im tangentialen die Markstrahlen auch unter der Lupe unkenntlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße sehr zahlreich, etwa 40 bis 50 je qmm Querschnittsfläche, meist einzeln, 0,035 bis 0,875 mm weit, seltener zu 2—3 radial gereiht, ziemlich gleichmäßig verteilt. Hoftüpfel der Gefäße meist sehr klein, etwa 5 auf 0,020 mm Wandbreite, mit querspaltförmigen Poren, gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abgeändert, gegen Tracheiden etwas größer, weniger dicht gestellt, in Längsreihen. Die Grenzen zwischen den einfach durchbrochenen Gefäßgliedern durch die von der Auflösung verschont gebliebenen Ränder der verschwundenen Querwände auffällig bezeichnet. Sehr dickwandige Fasertracheiden bilden die Grundmasse, gleichmäßig radial gereiht, im Querschnitt des Holzes von meist vier- bis sechsseitiger Gestalt, mit engem rundlichem bis querelliptischem Lichtraum, ringsum reichlich getüpfelt. Holzparenchym spärlich, vereinzelt zwischen den Fasern und an den Gefäßen. Holzparenchymzellen derb- bis dickwandig; auf allen Wänden reichlich getüpfelt. Markstrahlen sehr zahlreich, 30—32 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt von dreierlei Beschaffenheit und zwar: a) durchaus ein schichtige, 2- bis über 20stöckige (0,087—0.875 mm hohe), meist mit schmalen, nur 0,008—0,012 mm breiten, aber 0,020—0,080 mm hohen Zellen, diese seltener fast quadratisch, von 0,020 oder 0,024 mm Weite; b) aus ein- und aus zwei- bis vier schichtigen Teilen bestehende; von letzteren je einer bis fünf vorhanden, durch einschichtige Strecken beiderseits abgeschlossen bzw. miteinander verbunden; solche Markstrahlen bis 2 mm und darüber hoch, ihre Zellen in jener Ansicht in den einschichtigen Teilen meist rechteckig, 0,087—0,315 mm hoch und 0,052—0,070 mm breit, in den mehrschichtigen rundlich oder elliptisch, oft nur 0,008—0,016 mm weit, die randständigen größer, die keilförmigen Endzellen 0,175—0,455 mm hoch; c) durchaus mehrschichtige, bis 0,320 mm hohe; sie sind am wenigsten häufig, bis auf die Kanten kleinzellig. Alle Markstrahlzellen derb- bis dickwandig; im Radialschnitt erscheinen die niederen liegend und meist langgestreckt, die hohen kürzer bis quadratisch oder aufrecht (etwa 3 mal höher als breit), alle auf den Tangentialwänden reichlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Sehr gleichmäßig dicht, hart, mittelschwer, leicht- doch etwas uneben spaltend, gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: In den Holzparenchymzellen, wie in denen der Markstrahlen, gelber, harzähnlicher in Wasser löslicher Inhalt; stellenweise auch rötliches, in Wasser wie in Alkohol unlösliches Gekrümel. In der untersuchten Probe enthalten beiderlei Zellen häufig auch Stärke in ziemlich kleinen, rundlichen, teils einfachen teils zusammengesetzten Körnchen ohne bemerkenswerte Eigenart. Wasser wie Alkohol färbt das Holz gelb, beiderlei Auszüge zeigen eine schöne, hell amethystblaue Fluoreszenz, die sich in diesen Flüssigkeiten nach dem Eintragen von Holzspänchen alsbald einstellt.

Verwendung: Sehr wertvolles Kunsttischler- und Bildhauerholz. Vortreffliches Drechslerholz.

18. Mbóndoholz.

Nomenklatur: »Afrikanisches Birnbaumholz«, zum Teil »Mbóndopóndo«.

Heimat: Mittelstarker Baum des Kameruner Waldlandes.

Holzcharakteristik (10): Holz von matt graurötlicher Färbung, im Querschnitt mit konzentrischer, an Jahresringe gemahnender Zeichnung, Gefäße, wie die zahlreichen feinen Markstrahlen erst unter der Lupe deutlich. Im Längsschnitt sehr fein nadelrissig, unter der Lupe auf der Radialfläche fein querstreifig, auf der tangentialen nur die Gefäßfurchen zeigend.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße zahlreich, 30—40 je Quadratmillimeter, teils einzeln, 0,05—0,12 mm weit, teils zu 2—5, seltener zu mehreren, radial gereiht, mit leiterförmiger Durchbrechung ihrer Glieder. Hoftüpfel der Gefäße meist querelliptisch, gegen 0,008 mm breit, etwa um ihre halbe Breite voneinander entfernt, mit enger querspaltförmiger Pore. Die leiterförmig durchbrochenen Gefäßquerwände mit 6 bis 16 Spangen, letztere 0,004—0,008 mm breit, mit Zwischenräumen von 0,008—0,016 mm. Sehr dickwandige Fasern als Grundmasse, von rundlicher bis rechteckiger Querschnittsform und winzigem Lichtraum, radial gereiht; nicht selten sind die mit den sehr zahlreichen Markstrahlen im Querschnitt des Holzes wechselnden Streifen der Grundmasse (»Holzstränge«) nur eine Fasernreihe (0,024 bis 0,040 mm) breit. Die Holzstränge sind quer von reichlichem dünnwandigem Holzparenchym durchsetzt, dessen Zellen gleich denen der Markstrahlen durch lebhaft rotbraunen Inhalt aus der farblosen Fasermasse sehr auffällig hervortreten. Holzparenchymzellen gegen Gefäße meist auffällig groß, sonst klein und reichlich getüpfelt. Markstrahlen etwa 28 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt nur selten einschichtig, meist zwei- bis vierschichtig oder aus ein- und aus mehrschichtigen Teilen zusammengesetzt, von sehr ungleichen Ausmaßen, 0,28—1,14 mm hoch, ihre Zellen in dieser Ansicht rundlich bis rechteckig, 0,016—0,040 mm weit, die Endzellen oft kaum größer, alle ziemlich derbwandig, im Radialschnitt teils liegend, teils quadratisch bis aufrecht, ringsum reichlich getüpfelt, besonders auf den Tangentialwänden; Tüpfel klein, nur gegen Gefäße auffällig größer, hier den Wandflächen mitunter ein leiterähnliches Aussehen gebend.

Beschaffenheit: Mittelhart, ziemlich schwer, gut aber sehr uneben bis grobzackig spaltend, sehr gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,75—0,78 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: Holzparenchym- und Markstrahlzellen enthalten neben Stärke braunen homogenen Kernstoff, neben diesem auch gelbe kugelrunde Tröpfchen, deren Substanz von Alkohol mit Hinterlassung eines zarten, die Umrißform beibehaltenden Häutchens gelöst wird. Eisenchlorid färbt den Zellinhalt tief schwarz. Wasser wird nur schwach gefärbt; der rötliche alkoholische Auszug wird durch Eisenchlorid tief geschwärzt.

Verwendung: Wird als Möbel- und Drechslerholz empfohlen.

19. Ndukuholz.

Nomenklatur: »Bobé ba nduku«.

Heimat: Nicht sehr häufiger Baum des Kameruner Waldlandes.

Holzcharakteristik: (10), (9). Holz mit hellrötlichbraunem Splint (etwas an »Gaboonmahagoni« erinnernd) und lebhaft rotbraunem, dem des Kornelkirschenholzes ähnlichen Kern, im Querschnitt mit ungleich deutlichem, an Jahresringe erinnerndem Wechsel konzentrischer heller und dunklerer Querzonen und mit kenntlichen Markstrahlen und Gefäßen. Diese ziemlich gleichmäßig verteilt, ihre Weite wenig größer als die Breite der Markstrahlen. Im Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig (im Splint in den Gefäßfurchen etwas rötlich), durch die Markstrahlen auf der Radialfläche querstreifig, auf der tangentialen fein (im Splint rötlich) gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße meist einzeln, 0,07—0,11 mm weit, oder zu 2—3 in kurzen Radialreihen, von diesen wie jenen etwa 6—9 auf 1 qmm, oft von weitzelligem Holzparenchym umgeben. Hoftüpfel der Gefäße sehr klein, 5—6 auf 0,020 mm Wandbreite, mit querspaltförmigen Poren, in schrägen Reihen geordnet, in diesen durch feine Wandfurchen, in die die Poren münden, paarweise oder zu mehreren miteinander verbunden, gegen Markstrahlzellen und Holzparenchym nicht abgeändert. Holzparenchym den Gefäßen besonders seitlich angelagert, außerdem in meist schmalen, ein- bis dreischichtigen Querzonen, zum Teil mit abgeplatteten Zellen, die Grundmasse in ziemlich weiten, untereinander ungleichen Abständen durchziehend, oft ziemlich kurzzellig, auf den Radialwänden der Zellen mit nicht sehr reichlichen, wenig auffälligen Tüpfeln. Grundmasse von dickwandigen Fasern gebildet, diese im Querschnitt von ungleicher Form, Größe und Lichtraumweite, die weitesten meist radial gereiht; Faserwände ohne merkliche Tüpfelung. Markstrahlen 14—16 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt sehr zahlreich, meist zwei- bis vierschichtig, gegen die Kanten zu, seltener im mittleren Teil, auch einschichtig, fast immer mit großen, zweiseitig zugeschärften Endzellen; nur wenige kleine Markstrahlen durchaus einschichtig. Solche zwei- bis zwölfstöckig, oft hochzellig, die übrigen 0,19 bis 1,31 mm hoch, ihre Zellen ungleich, zum Teil klein, rundlich, oft nur 0,016 mm weit, zum Teil größer, bis 0,060 mm weit (hoch) und dann in jener Ansicht häufig rechteckig, die Kantenzellen oft noch höher (bis 0,10 mm und darüber); alle dünnwandig, im Radialschnitt kurz, oft quadratisch, die Kantenzellen hier bis siebenmal höher als breit, auch die inneren mancher Markstrahlen reihenweise aufrecht; in einzelnen Kristalle von Kalziumoxalat. Alle Markstrahlzellen ringsum sehr klein getüpfelt.

Beschaffenheit: Mittelhart und mittelschwer, nicht glattspaltig, außerordentlich biegungsfähig, dicht, wenig politurfähig, gut zu bearbeiten.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,762—0,820 (nach Appel und Büsgen).

Inhaltsstoffe: Holz- und Strahlenparenchym des Splintes zum Teil mit gelb- bis goldbraunem Inhalt (als Wandbeleg). In dem unter-

suchten Stück reichlich große, knollenförmige, oft zusammengesetzte Stärkekörner im Parenchymgewebe. Im Kern tief rotbraune Ausfüllungen, in den Gefäßen und vielen Parenchymzellen gelbbrauner Inhalt auch in manchen Fasern. Alle Inhalte in Alkohol unlöslich. Eisenchlorid färbt diese Kernstoffe wie die Wände tiefschwarz.

Verwendung: Kommt für die Möbeltischlerei, wie für Boots-, Schiffs- und Wagenbau, auch für Artilleriefuhrwerke in Betracht.

20. Oleaholz.

Heimat: Brasilien?

Holzcharakteristik: Splintholz licht- und mattrötlichbraun. Kernholz dunkler, mehr rötlichbraun. Querschnitt mit zahlreichen, als feine Poren oder helle Pünktchen kenntlichen Gefäßen. Unter der Lupe erscheinen diese Pünktchen häufig zu kurzen Radial- oder Schrägstreifchen vereinigt. Eine ähnliche, doch feinere Zeichnung der Hirnfläche zeigt »Echtes Ölbaumholz«, das aber durch seine dichtere Beschaffenheit (fehlende Nadelrissigkeit!) und auffällige dunkle Aderung von obigem Holz schon äußerlich unterschieden ist. Ein besonders im Kern auffälliger Wechsel konzentrischer heller und dunklerer Querzonen erinnert an Jahresringe. Markstrahlen sehr fein, erst unter der Lupe deutlich. Holzlängsschnitt deutlich nadelrissig, im Splint zum Teil mit bräunlichen Gefäßfurchen. Auf Radialflächen fein und regelmäßig querstreifig. Im Tangentialschnitt auch unter der Lupe ohne deutliche Markstrahlen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße meist zu 2—4 radial gereiht, seltener einzeln, etwa 26—30 auf 1 qmm, 0,07—0,14 mm weit, mit großen zartwandigen Thyllen. Gefäße gegen ihresgleichen mit runden, einander nicht oder kaum abflachenden, etwa 0,008 mm breiten Hoftüpfeln mit kleiner, elliptischer, etwa halb so langer Pore, gegen Markstrahlzellen zum Teil mit größerer und abweichend geformter Tüpfelung. Dickwandige, doch ziemlich weitlichtige Fasern bilden die Grundmasse, radial gereiht, im allgemeinen von ungleicher Form und Größe des Querschnittes, doch in den einzelnen Reihen oft sehr gleichmäßig ausgebildet, in manchen mit stark verkürztem radialen Durchmesser. Fasern häufig durch zarte Querwände gefächert, auf den Radialwänden schiefspaltig getüpfelt. Holzparenchym scheint zu fehlen. Markstrahlen sehr zahlreich, etwa 35 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist einschichtig, 2 bis über 20 Zellen (0,035 bis 0,530 mm) hoch, diese elliptisch bis rechteckig, im Lichten meist 0,016—0,032 mm hoch und 0,012 bis 0,020 mm breit, die Endzellen nicht größer, alle dünn- bis derbwandig, im Radialschnitt teils liegend, teils quadratisch bis aufrecht (auch in mittleren Reihen); in vielen Zellen Einzelkristalle von Kalziumoxalat; Tüpfelung auf den Quer- und Längswänden reichlich und klein, auf Seitenwänden gegen Gefäße auffällig und groß.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, leicht- und glattspaltig.

Inhaltsstoffe: Inhalt der Markstrahlzellen im Splint spärlich, krümelig oder in kugeligen Körnchen, gelbbraun, im Kern reichlicher, rötlich bis rötlichbraun, als Ausfüllung, oft von Hohlräumen durchsetzt oder als kräftiger, an den Schmalseiten der Zellen verstärkter Wandbeleg; in Alkohol nicht oder nur teilweise, in Kalilauge meist rasch und vollständig löslich, von Eisenchlorid geschwärzt, das auch die vordem meist farblosen Wände der Gefäße und Zellen bräunt. Gleichen Inhalt führen manche Fasern. Stellenweise fand Wilhelm in den Fasern auch eigentümliche braune, knollenähnliche, an Stärkekörnchen erinnernde Gebilde, die von Alkohol nicht angegriffen wurden, in Jodtinktur sich nicht restlos lösten, in Kalilauge aber eine gelbe oder grüngelbe Färbung annahmen und allmählich verschwanden. Wasser wie Alkohol wird durch das Holz hellrötlichbraun gefärbt; beiderlei Auszüge werden durch Eisenchlorid im Tone der »Neutraltinte« geschwärzt. »Echtes Ölbaumholz« färbt Wasser schwach, Alkohol kräftiger gelblich, mit Eisenchlorid werden beiderlei Auszüge olivgrün bis olivbraun.

Verwendung: In der Tischlerei, besonders zur Herstellung von Kehlleisten.

Bemerkung: Über den chinesischen »Woodoil«-Baum siehe (524).

21. Oleo vermello-Holz.

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik: Holz hell und lebhaft rötlichbraun, an die Färbung des »Guaraholzes« oder »helleres Mahagoni« erinnernd, auf der Hirnfläche mit kenntlichen, als feine Poren oder zahlreiche helle Pünktchen erscheinenden Gefäßen und sehr deutlichem, an Jahresringe erinnernden Wechsel konzentrischer heller und (schmälerer) dunkler Querzonen; Markstrahlen erst unter der Lupe sichtbar. Im Längsschnitt sehr deutlich doch ungleichmäßig nadelrissig, den Querzonen der Hirnfläche entsprechend längsstreifig, unter der Lupe auch sehr regelmäßig und fein querstreifig (infolge Anordnung der Markstrahlen in Stockwerke) und in den rötlichen Gefäßfurchen mit dunklen Abscheidungen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße meist einzeln doch auch zu 2—3 radial gereiht, 0,052—0,19 mm weit, an ihnen dünnwandiges Holzparenchym von geringer seitlicher Ausdehnung. Hoftüpfel der Gefäße auf Tangentialwänden rundlich-elliptisch, einander nicht abflachend, 0,004—0,006 mm breit, meist mit querspaltförmiger Pore, gegen Markstrahl- und Holzparenchymzellen nicht abgeändert. Ungetüpfelte Wandstellen der Gefäße fein quer- oder schrägstreifig. Die Grundmasse bilden sehr dickwandige Fasern im Querschnitt rund bis eckig rund, mit sehr engem runden Lichtraum, in dichtester Lagerung, mit winzigen, meist nur zwischen den Stockwerken der Markstrahlen merklichen Tüpfeln. Markstrahlen etwa 15 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt in Querreihen (deren 7—8 auf 2 mm Schnitthöhe), meist zwei- (bis drei-) schichtig und 0,22—0,26 mm hoch. Markstrahlzellen klein, im Tangentialschnitt rund bis elliptisch, im Lichten 0,008—0,020 mm

weit (hoch), die endständigen mitunter bis 0,040 mm und darüber hoch, häufig aber auch kaum größer als die übrigen, in ihnen wie auch in den nächstbenachbarten oft große Einzelkristalle von Kalziumoxalat. Alle Markstrahlzellen ziemlich dickwandig, im Radialschnitt größtenteils liegend, nur die Kantenzellen meist höher als breit, dabei oft ungleich geformt und in 2—3 über- oder nebeneinander liegende Kristallkammern geteilt; Tüpfelung nicht reichlich, gegen Gefäße nicht auffällig. Holzparenchym mehrzellig, ohne Besonderheiten, an Gefäßen oft auffällig dickwandig; stellenweise mit Kristallkammern.

Beschaffenheit: Hart, schwer, schlecht spaltend, eigentümlich und wenig angenehm duftend.

Inhaltsstoffe: Gefäße von pfropfenartigen, tief gelbroten, in Alkohol unlöslichen Abscheidungen quer durchsetzt. Im Holzparenchym wie in den Markstrahlen ähnlich gefärbter Inhalt in Krümeln oder Stücken oder in Tropfenform, außerdem stellenweise (mitunter besonders im Holzparenchym reichlich) auch farblose Tropfen ungleicher Größe einer harzartigen, gleich dem gefärbten Zellinhalt in Alkohol löslichen Substanz. Letztere sondert sich nach Zusatz von Kalilauge (die den gefärbten Inhalt der Zellen, nicht aber den der Gefäße löst) in zahlreiche, ungleich große Kügelchen, welche sich im Gesichtsfelde des Mikroskopes verteilen und in Alkohol rascher oder langsamer verschwinden. In der untersuchten Probe führten Markstrahlen und Holzparenchym auch Stärke. Eisenchlorid schwärzt die Wände und den Inhalt der Gefäße tief, den der Parenchymzellen nur teilweise. Das Holz färbt Wasser gelblich, Alkohol hellorangegelb. Der Alkoholauszug wird mit Eisenchlorid schwärzlich olivgrün, in geringem Maße auch der wässerige Auszug.

Verwendung: Wertvolles, entsprechend Mahagoni verwendetes Holz.

22. Orangeholz.

(Nicht zu verwechseln mit Orangebaumholz.)

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik: Holz satt rötlich gelb, auf der Hirnfläche mit konzentrischen dunkleren, an das Spätholz von Jahresringen erinnernden Querzonen, kenntlichen Gefäßen (als ziemlich gleichmäßig verteilte Poren oder feine helle Pünktchen) und erst unter der Lupe deutlichen Markstrahlen. Im Längsschnitt bilden die Gefäße auffällige, glänzende Längsfurchen, stellenweise mit Ausscheidungen rötlichen Kernstoffes. Markstrahlen auf der Tangentialfläche auch unter der Lupe kaum sichtbar.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße wohl immer einzeln, 3—4 auf 1 qmm, 0,12—0,35 mm weit. Hoftüpfel der Gefäße gegen Fasern oft ziemlich spärlich, in Längsreihen gestellt, bis 0,008 mm breit, mit schief spaltenförmiger Pore, gegen Markstrahl- oder Holzparenchymzellen sehr dicht gestellt, meist nur 0,004 mm breit. Sehr dickwandige Fasern als Grundmasse, radial gereiht, oder regelloser gelagert, im Querschnitt rechteckig bis rundlich-sechsseitig, von ungleicher Größe und meist engem rundlichem bis eckigem Lichtraum. Tüpfel der Fasern behöft, diese daher als Tracheiden anzusprechen. Holzparenchym spärlich, den Gefäßen angedrückt, sowie vereinzelt zwischen den Fasern, da und dort auch in einfachen kurzen, lockeren Querreihen. Holzparenchymzellen gegen ihresgleichen oder Markstrahlzellen mit zahlreichen kleinen, oft in rundliche Gruppen gesonderten Tüpfeln. Kristallkammern fehlen. Markstrahlen sehr zahlreich, 24—26 auf 2 mm Querschnittsbreite, oft nur durch 1—2 Faserschichten getrennt, im Tangentialschnitt von dreierlei Ausbildung, und zwar: a) durchaus einschichtig, 3—20 Zellen (0,14 bis 0,79 mm) hoch, mit 0,028—0,064 mm, an den Kanten bis 0,080 mm hohen, 0,008—0,016 mm breiten Zellen; b) aus einschichtigen und aus zweischichtigen Teilen zusammengesetzt, im ganzen 0.87—1.30 mm hoch, Zellen der zweischichtigen Teile elliptisch und nur 0,012—0,020 mm hoch, der einschichtigen und der Kanten wie bei a); c) bis auf die Kanten durchaus oder doch zum überwiegenden Teile zweischichtig, 0,29—0,58 mm hoch. Alle Markstrahlzellen ziemlich derbwandig, die kleinen (niederen) im Radialschnitt liegend, gestreckt, die übrigen hier kurz bis quadratisch oder aufrecht (bis viermal höher als breit), alle ringsum mit kleinen, auf den Tangentialwänden besonders zahlreichen Tüpfeln.

Beschaffenheit: Ziemlich schwer und hart, leicht- und glattspaltend.

Inhaltsstoffe: Wände aller Gefäße und Zellen goldgelb. In den Gefäßen orangegelber Inhalt, zum Teil als Wandbeleg, doch auch in derberen Stücken, in Alkohol wie in Kalilauge unlöslich. Manche Gefäßwände erscheinen auch eigentümlich feinkörnig verkrustet, ohne durch Lösungsmittel eine Veränderung zu erfahren. Markstrahl- und Holzparenchymzellen meist leer, bis auf je ein kleines, tief gelb- bis rotbraunes Klümpchen; nur in manchen reichlichere Mengen solchen in Alkohol nicht, aber in Kalilauge löslichen Inhaltes. Das Holz färbt Wasser hellgelb, Alkohol tiefer gelb. Der wässerige Auszug zeigt eine schwache azurblaue (beim alkoholischen Auszuge kaum vorhandene) Fluoreszenz, welche sich bei Übergießen von Holzspänchen mit Wasser in diesem sofort einstellt noch ehe eine Gelbfärbung bemerkbar wird. Die Holzauszüge werden durch Eisenchlorid nicht geschwärzt.

Bemerkung: Dieses Holz ist nicht zu verwechseln mit dem »Orangebaumholz« (siehe II, 118), welches ganz anders beschaffen ist.

23. Pfefferholz.

Heimat: Brasilien.

Familie: Lauraceae. spec.

Holzcharakteristik: Holz asphaltbraun, stellenweise schwärzlich gefleckt, im Querschnitt mit deutlichen Jahresringen und kenntlichen, gleichmäßig verteilten Gefäßen, doch erst mit der Lupe sichtbaren Markstrahlen. Im Längsschnitt sehr deutlich nadelrissig, glänzend, Markstrahlen auf der Tangentialfläche auch bei Lupenbetrachtung kaum wahrnehmbar.

Anatomische Holzcharakteristik: Holz im Querschnitt mit deutlichen Jahresringen! Gefäße teils einzeln, teils paarweise, zu 11—13 auf 1 qmm, 0,04—0,19 mm weit, mit großen dünnwandigen Thyllen; die engsten Gefäße in den Spätholzzonen. Hoftüpfel der Gefäße einander nicht berührend, fast kreisförmig, mit querem schmalen Porenspalt, gegen Holzparenchym- und Markstrahlzellen größer, gestreckt elliptisch und weiter porig. Meist derbwandige, weitlichtige Fasern als Grundmasse, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, zum Teil radial gereiht und in solchen Reihen oft sehr gleichmäßig ausgebildet. Zunahme ihrer Wanddicke bis zu Grenzschichten, die durch Verkürzung des radialen Durchmessers (Abplattung) ihrer Zellen gekennzeichnet sind und jenseits welcher gleichmäßig dünnerwandiges und weiterlichtiges Gewebe einsetzt, erinnert an die Spätholzbildung in den Jahresringen der Bäume gemäßigter Zonen. Fasern durch zarte Querwände reichlich gefächert, auf den Radialwänden mit winzigen Tüpfeln. Holzparenchym an den Gefäßen, weite Ölzellen in der Nähe dieser, einzeln oder in kurzen, vier- bis mehrzelligen Reihen. Die Zellen gestreckt oder kürzer, gegen ihresgleichen und Markstrahlzellen klein getüpfelt, gegen Gefäße der Tüpfelung dieser angepaßt. Kristallkammern fehlen. Holzparenchymzellen mitunter zu Ölbehältern vergrößert, letztere anscheinend auch vereinzelt zwischen Fasern. Markstrahlen 16—19 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt 2—3 Zellen breit, 0,22—0,68 mm hoch, ihre Zellen dünnwandig, in dieser Ansicht meist elliptisch, im Lichten 0,012—0,028 mm hoch und 0,004—0,012, selten mehr Millimeter breit, die Endzellen von den übrigen mitunter wenig verschieden, meist aber erheblich größer, 0,040—0,30 mm hoch, zweiseitig zugeschärft oder zu 0,08—0,10 mm hohen und bis 0,028 mm weiten Ölbehältern geworden. Zuweilen sind dies auch die den Kantenzellen nächstliegenden Markstrahlzellen. Im Tangentialschnitt erscheinen die niederen Zellen der Markstrahlen liegend, die hohen Kantenzellen stark verkürzt oder aufrecht (bis achtmal höher als breit); die zu Ölbehältern gewordenen gleichen ansehnlichen bauchigen dünnwandigen Blasen. Tüpfel der normalen Zellen klein, nur in den an Gefäße grenzenden Radialwänden oft auffallend groß bei ungleicher Form und Anordnung; Tangentialwände besonders reichlich getüpfelt.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, leicht- und glattspaltig.

Inhaltsstoffe: Wände aller Gefäße und Zellen hell ockerbraun. Inhalt der Sekretzellen hellgelb, in Alkohol löslich, von Kalilauge nicht angegriffen, mit Alkannatinktur sich tief rötend. Holzparenchym und normale Markstrahlzellen meist leer. Eisenchlorid schwärzt alle Wände. Wasser wie Alkohol werden durch das Holz ockerbraun gefärbt; beiderlei Auszüge — der wässerige trübt sich bald — werden nach Zusatz von Eisenchlorid schwarzgrün.

Verwendung: Das Holz dient in der Möbeltischlerei als Blindholz.

24. Rauliholz.

Heimat: Chile.

Holzcharakteristik: Holz hellrot, am Licht nachdunkelnd, mit feinen aber scharfen, auch im Längsschnitt meist hellen Grenzlinien der Jahresringe. Auf der Hirnfläche erscheinen die zahlreichen Gefäße und die Markstrahlen erst unter der Lupe. Holzlängsschnitt sehr deutlich und reichlich nadelrissig. Markstrahlen auf der Tangentialfläche auch bei Lupenbetrachtung meist unkenntlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,035—0,14 mm weit, teils einzeln, teils zu 2—4 radial oder schräg gereiht, oder in Gruppen und solcherart 60—70 auf 1 qmm, innerhalb der Jahresringe an Zahl und Weite abnehmend, sehr dünnwandig, auch mit dünnwandigen großen Thyllen, durch diese zum Teil braunwandigen Thyllen oft gefächert, mit meist einfacher, im äußeren Spätholz der Jahresringe auch mit leiterförmiger Durchbrechung ihrer Glieder. Die Grundmasse bilden dickwandige Fasern, diese meist weitlichtig, im Querschnitt des Holzes von ungleicher Größe in radialer Richtung bis 0,12 mm, in tangentialer 0,09 mm breit, zum Teil radial gereiht, mit konzentrisch geschichteter Wand, im Spätholz meist abgeplattet und derart gelagert, daß die Lichträume gleichfalls Querräume bilden. Markstrahlen im Tangentialschnitt auf 2 mm Querschnittsbreite, ein- bis (überwiegend) zweischichtig oder streckenweise beides, 4—18 Zellen (0,07—0,47 mm) hoch, die Zellen in dieser Ansicht rund oder elliptisch oder fast rechteckig (dies vorwiegend in den einschichtigen Markstrahlen und den einschichtigen, zum Teil zweischichtigen Strecken), 0,012—0,032 mm weit; die Endzellen oft größer oder doch höher (bis 0,060 mm), alle ziemlich dünnwandig; die Kantenzellen im Radialschnitt meist aufrecht, bis etwa dreimal höher als breit), gegen Gefäße mit auffallend großer Tüpfelung; auch auf den Tangentialwänden Tüpfelreihen; die übrigen Zellen meist liegend, gegen Gefäße ungetüpfelt.

Beschaffenheit: Leicht, weich, leichtspaltig.

Inhaltsstoffe: Inhalt der Markstrahlzellen gelb- bis rotbraun, meist einen an den Schmalseiten der Zellen verstärkten Wandbeleg bildend, manche Zellen auch bis auf spärliches Gekrümel leer. Nach Einwirkung von Alkohol erscheint dieses gelöst und der sonstige Inhalt in den Zellen gleichmäßig verteilt und etwas verblaßt, wie verdünnt. Kalilauge färbt ihn tief gelbrot unter teilweiser Lösung, rötet schwach auch die Wände. Eisenchlorid bräunt diese und schwärzt den Zellinhalt. Das Holz färbt Wasser nur schwach, Alkohol hellorange, beiderlei Auszüge werden durch Eisenchlorid geschwärzt.

Verwendung: Dieses Holz, äußerlich wie im inneren Bau an das von Salicaceen etwa an Pappelholz erinnernd, findet in der Bautischlerei Verwendung.

25. Sísakoholz.

Heimat: Glatt- und graurindiger Baum des Westkameruner Waldlandes.

Holzcharakteristik: (10) Holz hellgelbbraun, stellenweise grünlich. Gefäße auf der Hirnfläche als helle Pünktchen kenntlich, diese entweder von einander getrennt oder durch feine helle konzentrische Querlinien miteinander verbunden. Die wechselnde Häufigkeit und Länge solcher Querlinien, deren manche einen ununterbrochen konzentrischen Verlauf zeigen, bewirken eine an Jahresringe erinnernde Zeichnung. Markstrahlen sehr fein, eben noch kenntlich. Holz im Längsschnitt gleichmäßig dicht, für das freie Auge kaum nadelrissig, doch mit zahlreichen feinen hellen Längsstreifen; auf der Radialfläche auch mit ansehnlichen Querstreifen; auf der Tangentialfläche unter der Lupe lang- und feingestrichelt, die Gefäßfurchen hier wie dort nur mit der Lupe als solche zu erkennen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 0,05—0,12 mm weit, nicht gleichmäßig verteilt, in schmalen Querzonen zahlreicher, einzeln, oder zu 2—3 in Gruppen, von solchen und von Einzelgefäßen etwa 4—7 auf 1 qmm. Hoftüpfel der Gefäße überaus winzig, etwa 6 auf 0,020 mm Wandbreite, zum Teil sehr dichte Schrägreihen bildend, gegen Markstrahlen- und Holzparenchym nicht abgeändert. Die Grundmasse bilden sehr dickwandige Fasern von rundlichem Querschnitt, mit winzigem punktförmigem Lichtraum, in dichtester Zusammenlagerung ohne Ordnung in radialen Reihen. Wände sehr klein getüpfelt. Derbwandiges Holzparenchym umringt die Gefäße und erstreckt sich von vielen dieser aus auch seitlich in die Grundmasse, meist in Form ungleich langer und meist nur 1—3 Zellen breiter Querzonen; nur an Gefäßen werden solche auch sechs- bis achtschichtige Holzparenchymzellen meist mehrmals länger (höher) als breit und verkürzt. Wände des Holzparenchyms gegeneinander reichlich getüpfelt. Markstrahlen etwa 12 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist sehr zahlreich und sehr ansehnlich, 4—6 Zellen (0,035—0,088 mm) breit und 0,35 bis 1,750 mm hoch, ihre Zellen in dieser Ansicht klein, rundlich, dickwandig, meist 0,008—0,016 mm weit, nur die Endzellen 0,040—0,10 mm hoch; manche Markstrahlen auch einschichtig, zwei- bis fünfzehnstöckig und zum Teil oder durchaus hochzellig. Markstrahlzellen im Radialschnitt teils liegend, teils quadratisch bis aufrecht, ringsum ansehnlich getüpfelt; wo sie Gefäßen angrenzen, erscheint die kleine enge Tüpfelung dieser.

Beschaffenheit: Sehr hart und schwer, im Wasser sofort sinkend, schlecht und uneben spaltend, schwer zu bearbeiten.

Prüfung: Spezifisches Lufttrockengewicht: 0,938 (nach Appel).

Inhaltsstoffe: Gefäße inhaltsleer; in vielen Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms gelber Inhalt, homogen, harzähnlich oder körnig, von gleich gefärbten Tropfen durchsetzt, in anderen fast farblose oder nur schwach gelbliche Tropfen und Klumpen von ungleicher Größe, vereinzelt oder zusammengehäuft. Beiderlei Inhalt löst sich in Alkohol, am raschesten der farblose oder schwach gelbliche; Kalilauge löst gleichfalls, mit gelber, zum Teil orangeroter Färbung, jene teilt sich auch den Faserwänden mit. Das Holz färbt Wasser wie Alkohol orangegelb; beiderlei Auszüge werden durch Eisenchlorid geschwärzt.

Verwendung: Das Holz erscheint für alle Zwecke geeignet, die hartes und der Abnutzung möglichst widerstehendes Material verlangen, so zur Herstellung von Fußböden, Treppenstufen, Pflasterungen, vielleicht auch von Kegelkugeln. In der Heimat des Baumes dient das Wurzelholz zu Zahnbürsten (10).

26. Timba-mundi-Holz.

Heimat: Kamerun.

Holzcharakteristik: Holz rötlichgrau, im Kern dunkler, mehr rot; auf der Hirnfläche mit kenntlichen Gefäßen als deutlichen Poren oder feinen hellen Pünktchen, jahresringähnlicher Zeichnung und feinen Markstrahlen, unter der Lupe auch mit feinen hellen konzentrischen Querlinien in ungleichen, oft weiten Abständen. Im Längsschnitt glänzend, ziemlich grob nadelrissig, die im Splint rötlichen Gefäßfurchen mit dunklen Abscheidungen; durch die Markstrahlen auf der Radialfläche mit sehr ansehnlichen rötlichen Querstreifen, auf der tangentialen dicht gestrichelt, auf anders geführten Längsschnitten nach Art der Mahagonihölzer »gekörnelt«.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße regellos verteilt, 0,10—0,26 mm weit, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht, auch zu mehreren in Gruppen. Solche Zusammenordnungen oder Einzelgefäße etwa 6—7 auf 1 qmm. Hoftüpfel der Gefäße sehr klein, kaum 0,004 mm breit, die Längswände in Quer- oder Schrägreihen dicht bedeckend, in diesen zu je 2 bis mehreren durch schmale Wandspalten miteinander verbunden, gegen Markstrahl- oder Holzparenchym nicht abgeändert. Grundmasse sehr gleichartig, von dickwandigen Fasern gebildet. Letztere zum Teil radial gereiht, im Querschnitt von ungleicher Form und Größe, mit ungleich weitem, oft ansehnlichem Lichtraum; die Radialwände mit ziemlich spärlichen, sehr kleinen und engen, schrägen bis aufrechten Tüpfelspalten. Holzparenchym teils die Gefäße umringend und oft zwischen diese und nahe vorbeistreichende Markstrahlen sich einschiebend (an solchen Stellen oft auch jenseits des Markstrahles noch eine diese begleitende Radialreihe bildend), teils vereinzelt, zwischen den Fasern, sowie in sehr ungleichen, oft weiten Abständen zusammenhängende, ein- bis zwei- (selten mehr-) schichtige Querzonen herstellend; im Splint fast durchaus von großen rundlichen Stärkekörnern erfüllt. Holzparenchymzellen oft vier- bis sechszellig; die Zellen an Gefäßen meist kurz und breit; Tüpfel der Radialwände ziemlich klein und nicht reichlich. Markstrahlen etwa 9—10 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt ansehnlich, meist 2—4 Zellen (0,048—0,080 mm) breit, meist 0,44—1,40, einzelne auch bis 2 mm hoch, manche kleine nur einschichtig; ihre Zellen dünnwandig, in dieser Ansicht rundlich oder rundlich eckig, etwa 0,012—0,032, oft 0,020 mm weit (hoch), die Endzellen meist größer, 0,044—0,010 mm hoch und im Radialschnitt aufrecht (drei- bis sechsmal

höher als breit), die übrigen hier meist liegend, zum Teil auch kurz, in kleinen Markstrahlen nicht selten quadratisch. Tangentialwände der Markstrahlzellen klein und dicht getüpfelt.

Beschaffenheit: Mittelhart, mittelschwer, sehr leicht- und glatt spaltend, gut zu bearbeiten, wenig politurfähig, mäßig biegsam, an gröbere Mahagonisorten erinnernd.

Inhaltsstoffe: In den Gefäßen ganz homogener, gelbrötlicher bis gelb- oder rotbrauner Inhalt, breite Wandbelege und Pfropfen oder den Längswänden anliegende und nach innen halbkugelig vorgewölbte Massen bildend, im Kernholz besonders reichlich. Inhalt der Markstrahlen und des Holzparenchyms gleichfalls teils hell rötlich, teils gelb bis gelbbraun oder tief rotbraun, als Wandbeleg oder dichte Ausfüllung, so namentlich bei tieferer Färbung.

Der mehr gelbe oder gelbbraune Zellinhalt des Splintholzes wird von Wasser wie von Alkohol kaum oder nur wenig angegriffen, der mehr rötlich- bis rotbraune des Kernes aber zum Teil schon von Wasser (unter entsprechender Färbung der Zellwände), vollständiger von Alkohol gelöst, der nur die nun sehr auffällige dichte, tiefbraune, auch starker Kalilauge widerstehende Ausfüllung einzelner Zellen, selbst nach mehrtägiger Einwirkung, anscheinend nicht verändert. In manchen Zellen fand Wilhelm auch feinkörnige, gelblich bis grau erscheinende Ausfüllungen, harzähnlich, in Alkohol restlos löslich, in Kalilauge ungelöst bleibend. Nach Einwirkung dieser treten sie aus ihrer Umgebung besonders deutlich hervor. In den Gefäßen des Splintholzes zeigte sich da und dort dunkelbraunes Pilzmyzel.

Eisenchlorid schwärzt den Inhalt der Gefäße und Zellen tief, und bräunt auch die vordem farblosen Wände. Das Holz färbt Wasser anfänglich rötlich, später satt orangegelb, Alkohol tief gelb rot bis granatrot. Beiderlei Auszüge werden durch Eisenchlorid geschwärzt.

Verwendung: Wertvolles Holz für Möbeltischlerei und Zigarrenkisten.

27. Vikadoholz.

Nomenklatur: »Foxwood«.

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik: Holz lebhaft gelbrot, doch ohne Glanz, gleichmäßig gefärbt oder stellenweise tiefer rot bis violettrot, auf der Hirnfläche zuweilen mit sehr feinen hellen Pünktchen, sonst die zahlreichen engen Gefäße und feinen Markstrahlen hier erst unter der Lupe zeigend. Im Längsschnitt fein nadelrissig, fast gleichmäßig dicht; Markstrahlen auf der Radialfläche als matte, meist rote Querstreifchen, im Tangentialschnitt auch unter der Lupe unkenntlich.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 100—130 auf 1 qmm, 0,035—0,087 mm weit, meist einzeln, auch paarweise, anscheinend regellos doch ziemlich gleichmäßig verteilt, oft mit Thyllen. Diese in Gestalt kürzerer, einfacher oder längerer, oft quer- oder auch längsgeteilter, an den Enden abgewölbter Blasen, dünn- bis derbwandig, getüpfelt. Hoftüpfel der Gefäße sehr klein, kaum 0,004 mm breit, einander meist nicht berührend, stellenweise auch um die Hälfte größer und in weiteren Abständen gegen Markstrahlen und Holzparenchym nicht abgeändert. Grundmasse aus dickwandigen Fasern (wohl größtenteils Tracheiden), im Querschnitt von rundem, oder rundlich eckigem Umriß mit meist kleinem, rundlichem Lichtraum, mit kleinen, nicht immer deutlichen Hoftüpfeln. Holzparenchym vereinzelt zwischen den Fasern und spärlich an Gefäßen. Markstrahlen 17—20 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt neben zwei- bis dreischichtigen, auch einschichtige, diese meist 0,08—0,16 mm hoch (manche auch nur ein- bis zweistöckig), jene bis 0,35 mm hoch. Markstrahlzellen in dieser Ansicht klein, elliptisch, 0,008 bis 0,016 mm hoch und 0,004—0,012 mm weit, die Endzellen meist nicht oder doch nur wenig größer, alle derbwandig, im Radialschnitt liegend, die Kantenzellen nur selten stark verkürzt, ihre Scheitelwand oft feinzackig.

Beschaffenheit: Ziemlich dicht und schwer, doch gut spaltbar und leicht zu schneiden.

Inhaltsstoffe: Wände der Gefäße und Zellen gelblich. Markstrahlen und Holzparenchym mit rötlichem bis tiefrotem Inhalt. In Form von Klümpchen ungleicher Größe, in den Zellen locker bis dichter gelagert, von Alkohol gelöst oder doch entfärbt, Kalilauge läßt sie verschwinden, vertieft die Färbung der Wände und bewirkt in den Zellen das Auftreten zahlreicher, ungleichgroßer, farbloser, ölartiger Tropfen. Diese werden durch Alkannatinktur tiefrot gefärbt, von Alkohol nicht, von Äther restlos gelöst. Eisenchlorid bräunt Inhalt und Wände, besonders die der Thyllen.

Verwendung: Möbeltischlerei.

Bemerkungen: 1. Ein mit den obigen Namen, außerdem noch als »Aspidosperma« bezeichnetes Probestück einer brasilianischen Holzsammlung zeigte sich dem hier beschriebenen »Vikadoholz« im äußeren Ansehen wie im inneren Bau sehr ähnlich, besaß aber farblose Zell- und Gefäßwände und reichlichen roten, von Alkohol kaum angegriffenen, von Kalilauge ohne das Auftreten ölartiger Tropfen vollständig gelösten Zellinhalt. Reichlich Stärkekörner im Holzparenchym wie in den Markstrahlen. Auch zwei als »Peroba roza« bezeichnete Stücke der nämlichen Sammlung erinnerten äußerlich sehr an »Vikadoholz«, unterschieden sich aber mikroskopisch hinlänglich durch die thyllenlosen Gefäße, durch hochrote, in Alkohol wie in Kalilauge unlösliche Abscheidungen in diesen und durchaus nur einschichtige Markstrahlen, deren Zellen gleich denen des Holzparenchyms hell- bis tiefer roten Inhalt führten. Durch Eisenchlorid wurde dieser ebensowenig erheblich verfärbt wie die hell- bis orangegelben Wände der Zellen und Gefäße und die Abscheidungen in diesen.

2. Einige Ähnlichkeit mit diesen Vicadó- und Perobahölzern besitzt ein angeblich aus Südamerika eingeführtes, als »Rosa paraguata« zur Untersuchung gelangtes Holz, gleichmäßig hellrosa gefärbt, hart und schwer (im Wasser sinkend). Der Name deutet vielleicht auf die venezuelische Halbinsel Paraguana. Es zeigt im Querschnitt eben noch kenntliche Markstrahlen, doch die Gefäße (als enge, gleichmäßig verteilte Poren) erst unter der Lupe, erscheint im tangentialen Längsschnitt dem freien Auge fast strukturlos, im radia-

len etwas spiegelnd und läßt mit der Lupe die Markstrahlen hier als lebhafter gefärbte Querstreifchen, dort als (dunklere) Strichelchen und in beiden Längsansichten die Gefäße als sehr feine, oft weißlich glänzende Längsstreifchen wahrnehmen. Wasser wie Alkohol kaum färbend, der wässerige Auszug fluoresziert sehr schwach bläulich. Die zahlreichen Gefäße bei mikroskopischer Betrachtung teils einzeln, teils zu 2—5 radial gereiht, mit einfach durchbrochenen Gliedern, auf den Längswänden dicht bedeckt von kleinen, runden und meist rundporigen, etwa 4 μ breiten Hoftüpfeln. Markstrahlen zweierlei: einschichtige, bis 0,50 mm hohe, mit 35—135 μ hohen und 8—19 μ breiten, im Tangentialschnitt meist rechteckigen Zellen — und zum größten Teile zwei- bis sechs- (meist drei- bis vier-) schichtige mit mehr oder minder hohen einschichtigen Kanten, mit diesen 0,27—0,990 mm hoch; die Zellen der Kanten denen der einschichtigen Markstrahlen gleich, die des mehrschichtigen Teiles 5—25 (meist 13 μ) hoch und 5—10 μ breit; letztere im Radialschnitt bis 113 μ lang, die hohen Markstrahlzellen hier quadratisch bis sechsmal höher als breit. Dickwandige, klein getüpfelte Fasern als Grundmasse, in Radialreihen, bis 27 μ breit und bis 13 μ weit, in wenig deutlichen, die Gruppen der engsten Gefäße enthaltenden Querzonen etwas abgeplattet. Holzparenchym und Kristalle scheinen zu fehlen. — In den Markstrahlen (selten in Gefäßen) spärlicher, hell rosenroter Inhalt; in dickeren Schnitten erscheinen auch die Faserwände rosa gefärbt. Alkohol löst den Zellinhalt nicht, wohl aber Kalilauge unter Gelbfärbung der Wände. Eisenchlorid verfärbt weder diese noch den Inhalt.

Das Holz zeigt in seinem mikroskopischen Bau eine unverkennbare Ähnlichkeit mit dem von *Aspidosperma Vargasii* DC. abgeleiteten »Westindischen Buchsholze«, von dem es sich aber durch die abweichende Färbung und das höhere spez. Gewicht deutlichst unterscheidet.

28. Vinhatikoholz.

Heimat: Brasilien.

Holzcharakteristik: Holz licht ockergelb, von satter, besonders auf frischen Schnitten goldiger Färbung, im Querschnitt mit sehr deutlichen durch dunkle Spätholzzonen ausgezeichneten Jahresringen, gleichmäßig verteilten, als offene Poren erscheinenden Gefäßen und kenntlichen Markstrahlen. Im Längsschnitt lebhaft glänzend; Jahresringe auch hier bei entsprechendem Lichteinfall deutlich. Die Gefäße bilden ziemlich grobe, ungleichmäßig verlaufende Furchen ohne auffälligen Inhalt. Durch die Markstrahlen auf der Radialfläche fein querstreifig, auf der tangentialen unter der Lupe kurzgestrichelt, auf Längsflächen, die zwischen jenen Richtungen laufen, schon für das freie Auge fein »gekörnelt«. In Gefüge und Glanz an Mahagoni erinnernd.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße an breitringigen Stellen 3—4, an schmalringigen auch bis acht auf 1 qmm, 0,175—0,385 mm weit, meist einzeln, auch zu 2—4, selten zu mehreren, radial gereiht, oder in Gruppen. Hoftüpfel der Gefäße kreisförmig bis querelliptisch, mit meist ansehnlicher, oft schmal elliptischer Pore, 0,008—0,010 und selbst 0,020 mm breit, in Quer- oder Schrägreihen, nicht selten in diesen durch ungleich lange Wandfurchen zu je zwei bis mehreren untereinander verbunden, gegen Markstrahl- und Holzparenchym nicht abgeändert. Grundmasse von derbwandigen Fasern gebildet, diese im Querschnitt des Holzes von ungleicher Form und Größe, meist radial gereiht, und weitlumig, nur im Spätholz dickerwandig, enger und gegen die Jahresringgrenze zunehmend abgeplattet. Holzparenchym in einfacher Schicht die Gefäße umlagernd und vereinzelt zwischen den Fasern, an Gefäßen meist breitzellig, sonst die zart gefächerten Fasern an Weite nicht übertreffend, und sehr häufig in ziemlich kleine, oft nur 0,016 mm hohe und kaum über 0,008 mm breite Kristallkammern geteilt, deren Kristalle in dicken »Membrantaschen« stecken. Markstrahlen 9—14 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist zweischichtig, manche auch dreischichtig, einzelne nur einschichtig, 0,14—0,30 mm hoch. Markstrahlzellen etwas derbwandig, im Tangentialschnitt meist ziemlich klein und elliptisch, im Lichten 0,012—0,020 mm hoch und 0,006—0,012 mm breit, die Endzellen nicht oder kaum größer, im Radialschnitt alle liegend, die Kantenzellen in der Regel nicht verkürzt.

Beschaffenheit: Ziemlich leicht und weich, leichtspaltig.

Inhaltsstoffe: In den Zellen der Markstrahlen lebhaft gelbbrauner bis rotbrauner Inhalt, als Wandbeleg oder in Klümpchen. Stellenweise Kristalle als längliche Prismen, häufig auch farblose bis gelbliche Tropfen oder anders geformte Einlagerungen einer harzartigen Substanz, die sich vorwiegend auch im Holzparenchym wie in einzelnen Fasern vorfindet. Gelbbraune bis rotbraune Abscheidungen nicht selten auch in den Gefäßen. Alle Zell- und Gefäßwände gelb. Diese werden durch Eisenchlorid gleich dem organischen Zell- und Gefäßinhalte geschwärzt. Zu mikroskopischer Untersuchung geeignete Spänchen in Wasser gelegt, färben dieses rötlich, mit der Zeit tiefrot — es hinterläßt beim Abdunsten gelbrötlichen Rückstand — und werden durch zugesetzte Kalilauge in den Wänden ihrer Zellen und Gefäße tiefrot, verblassen aber wieder nach mehrstündigem Liegen in diesem Reagens. Alkohol wird durch das Holz mehr orangegelb gefärbt. Alkohol- und Wasserauszug schwärzen sich mit Eisenchlorid in grünlichem Tone.

Der Inhalt der Gefäße bleibt erhalten, der gefärbte der Zellen ist nun vollständig verschwunden oder doch nur an dickeren Stellen noch erkennbar; die oben erwähnte harzartige Substanz aber in ungleich großen Tropfen und Massen, teils homogen und stark lichtbrechend, teils grau und körnig, ist sehr deutlich geworden und mitunter überraschend reichlich vorhanden. Alkohol löst sie rasch, Alkannatinktur färbt leuchtend rot. Anfänglich in Alkohol gelegte Schnittchen färben diesen nur schwach, verlieren den Harzgehalt, behalten aber den Inhalt der Gefäße und mehr oder weniger unverändert den noch übrigen der Markstrahlen. Kalilauge entfernt nun diesen zunächst nicht, färbt auch nicht rot.

Verwendung: Dieses schöne Holz wird in der Möbeltischlerei verwendet.

Bemerkung: Nach Martius (321) bezieht sich der Name »Viñatico« sowohl auf das Holz von *Persea indica* Spreng. *(Phoebe indica* Pax.), als auch auf *Acacia maleolens* Allem. Das von Wilhelm in zwei untereinander übereinstimmenden Proben verschiedener Herkunft untersuchte und oben beschriebene »Vinhatikoholz« ließ weder ein Lauraceen- noch Mimosoideenholz erkennen (13, 5). Der in der Literatur, wie auf Sammlungsstücken vorkommende Name *Echyrospermum Balthazarii* Fr. Allem. für die Stammpflanze ist nach dem Ind. Kew. unaufklärbar (265).

29. Warrataholz.

Heimat: Australien.

Holzcharakteristik: Holz von licht ockergelber Färbung, mit auf der Hirnfläche eben noch kenntlichen Gefäßen und Markstrahlen und durch dunklere Querzonen angedeuteten Zuwachsschichten (Jahresringen?). Im Längsschnitt sehr deutlich — doch nicht gleichmäßig nadelrissig; auf der Radialfläche glänzend und auffällig querstreifig, auf der tangentialen durch die Markstrahlen unter der Lupe eng gestrichelt.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße 6—8 auf 1 qmm, 0,08—0,23 mm weit, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht, seltener in Gruppen, anscheinend regellos verteilt; häufig von dünnwandigen, auffälligen, reichlich und ansehnlich getüpfelten Thyllen erfüllt. Hoftüpfel der Gefäße gegen ihresgleichen kreisrund oder einander etwas abflachend, meist 0,008 mm breit, mit engem querem Porenspalt, gegen Markstrahlen und Holzparenchym oft kleiner, mehr elliptisch, doch nicht wesentlich abgeändert. Derbwandige, weitlichtige Fasern als Grundmasse, meist radial gereiht; im Querschnitt des Holzes wechseln nicht selten Reihen größerer, weiter Fasern mit solchen kleinerer ab, stellenweise schieben sich auch sehr kleine und enge dickwandige (Faserenden) dazwischen. Fasern gefärbt, Radialwände winzig getüpfelt. Zonenweise Abplattung der Zellen (gleichzeitige Verkürzung des radialen Durchmessers) deutet auf Grenzen von Zuwachsschichten. Markstrahlen 7—8 auf 2 mm Querschnittsbreite, im Tangentialschnitt meist zwei- bis vierschichtig und 0,17—0,63 mm hoch, manche einschichtig und nur zwei- bis vierstöckig. Markstrahlzellen dünnwandig, in dieser Ansicht gewöhnlich elliptisch bis rundlich-vierseitig, 0,012—0,032 mm hoch und 0,008—0,020 mm breit, die Endzellen meist etwas größer, bis 0,060 mm hoch, die Zellen einschichtiger Markstrahlen oft 0,040—0,056 mm hoch bei geringer, nur 0,004 bis 0,008 mm, Breite. Im Radialschnitt entweder alle Markstrahlzellen liegend, bei starker Verkürzung der Kantenzellen, oder diese quadratisch bis aufrecht (etwa 2½ mal höher als breit), alle besonders auf den tangentialen und den oberen und unteren Wänden reichlich doch klein getüpfelt, nur die Tüpfel gegen Gefäße größer, in den Kreuzungsfeldern ein auffälliges Netzwerk aussparend. Holzparenchym nur an den Gefäßen; auf den Radialwänden mit kleiner, nicht reichlicher Tüpfelung, Kristallkammern fehlen.

Beschaffenheit: Leicht, glatt spaltend, leicht schneidbar, sehr gut zu bearbeiten.

Inhaltsstoffe: Markstrahlzellen meist leer bis auf je ein gelbliches, glänzendes, rundes oder kantiges Klümpchen; dieses wird von Alkannatinktur schwach bis lebhaft gerötet, von Alkohol nicht oder nur teilweise angegriffen, von Kalilauge, welche die Wände gelb färbt (einzelne Zellen zeigen diese Färbung stärker als ihre Nachbarn), anscheinend restlos gelöst. Durch Eisenchlorid werden die Wände leicht gebräunt. Holz färbt Wasser und Alkohol kaum; der wässerige Auszug wird mit Eisenchlorid lichtgrün.

Verwendung: Hauptsächlich zum Bau leichter Boote.

30. Ziricotaholz.

Nomenklatur: »Ziricotte«.

Heimat: Mexiko.

Holzcharakteristik: Holz kaffeebraun, durch dunklere bis tiefschwarze ungleichbreite und unregelmäßig verteilte Längsstreifen auffallend gezeichnet. Es zeigt im Querschnitt zahlreiche helle, gleichmäßig zerstreute Pünktchen und sehr deutliche, ab und zu weiß erscheinende Markstrahlen, unter der Lupe auch einzelne feine, helle Querlinien, und läßt im Längsschnitt die Gefäße als da und dort weiße Längsfurchen, die Markstrahlen auch im Tangentialschnitt als sehr zahlreiche, matte, kurz-spindelförmige Längsstreifchen erkennen, welche wie die Maschen eines Netzwerkes die dunkle dichte, auf schmale Zwischenstreifen beschränkte Grundmasse durchsetzen und unter der Lupe, gleich den Querstreifen der Radialfläche, oft weiß punktiert erscheinen.

Anatomische Holzcharakteristik: Gefäße zerstreut, einzeln oder zu 2—3 radial gereiht, 0,075—0,225 mm weit, mit ansehnlichen, elliptischen, querspaltporigen Hoftüpfeln. Markstrahlen zahlreich, meist groß, 0,32—1,44 mm hoch und 3—7 Zellen breit (oft breiter als die sie trennenden Streifen der Grundmasse). Markstrahlzellen ziemlich dünnwandig, im Tangentialschnitt oft sechsseitig, 18—40 μ weit, im Radialschnitt von sehr ungleicher Länge, in manchen große Kristalle von Kalziumoxalat, in anderen sehr feinkörniger, im durchfallenden Lichte grauer »Kristallsand«. Die betreffende Masse löst sich in Salzsäure zum größten Teil unter Hinterlassung eines bräunlichen Restes. Derb- bis dickwandige Fasern als Grundmasse, im Querschnitt von sehr ungleicher Größe, eckigem Umfang und meist rundem Lichtraum, bis 19 μ breit und bis 11 μ weit, mit kleinen, aber ziemlich reichlichen Tüpfeln; in einzelnen, meist mehrschichtigen Querzonen abgeplattet (Jahresringbildung?). Holzparenchym umringt die Gefäße, hier in manchen Zellen, gleich den Markstrahlen, »Kristallsand« enthaltend (daher das weiße Aussehen einzelner Gefäße im Längsschnitt), und findet sich auch in den erwähnten Querzonen.

Beschaffenheit: Hart, schwer, im Wasser sofort sinkend, etwas spröde, gut spaltbar.

Inhaltsstoffe: Wände aller Elemente gebräunt. Die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms, sowie die meisten Fasern auch von dunkelbraunem, in Alkohol zum Teil löslichem Inhalt dicht erfüllt. Eisenchlorid schwärzt weder diesen noch die Wände. Das Holz färbt Wasser ockergelb, Alkohol tief ockerbraun; beiderlei Auszüge werden durch Eisenchlorid nicht geschwärzt.

Verwendung: Vornehmlich in der Stockindustrie benutzt.

C. Literatur.

I. Botanisches Autorenverzeichnis.

(Nutzhölzer.)

(Die hinter den Namen angefügten Zahlen beziehen sich auf die Zahlen des Literaturverzeichnisses.)

Abromeit, I. 64,
Achart 310.
Achw 497.
Anonymus 472.
Baker, R. 125.
Bailey, Irving, W. 67, 439.
Baird, M. M. 452.
Bargalgi, G. Petrucci 25.
Barsickow, H. 335.
Bary, de 182, 338.
Baterden, I. R. 96.
Battiscombe 262.
Beauverie, I. 40, 46.
Beissner 276.
Belohoubek 175.
Benskin, E. 475.
Berg 30.
Betts, H. S. 556
Bitting, K. G. 438.
Blake, S. F. 505.
Blank, O. 375.
Blits 24.
Boas, F. 482.
Boerlage und Koorders 329.
Boisen, A. and Newlin, I. 553.
Boorsma, G. W. 284.
Booth, I. 72, 554, 555.
Boulger, G. S. 100.
Brandis, D. 88, 187, 353. 358.
Brick, C. 34.
Brooks, A. 434.
Brown, E. 290.
Browne, J. H. 486.
Brush, W. D. 89, 431, 552.
Brush, W., Murphy. L., Mell, C. 119.
Burgerstein 18, 44, 82, 84. 233, 234, 256.
Busch, P. 27, 315.
Büsgen 9, 188, 190, 405, 406, 457.
Busse 53.
Byl, van der, P. A. 485.
Camus, A. 456, 461.
Candido de Souza Brito, E. 121.
Carpenter, R. C. 506, 507.
Carrey et Wall 462.
Carthaus 333.
Castro, E. B. 128.
Chaloner and Fleming 150.
Chevalier, A. M. 8.
Chevandier et Wertheim 206.
Chrysler, M. A. 426.
Cieslar, A. 394.
Commelin 409.
Cooley 267.
Cope, J. A. 450.
Cordes 186.
Cordemoy, J. 420.
Coster, Ch. 414, 421, 470.
Cox, C. E. C. 221, 412, 445.
Crüger 196, 382.
Culbertson 311.
Czapek 210.
Dafert u. Miklauz 176.
Dankelmann 285.
Dallimore, J. 474.
Dallimore, W. et Jackson, A. B. 413.
Dallimore, W. 427, 468, 483, 508, 509, 510, 518.
Decoppet, M. u. Henne, A. 559.
Dettmann, E. 167.
Diels, L. 365.
Dingler, H. 523.
Dixon, H. 142, 151.
Dore, W. H. 458.
Drude 304.
Durland, W. D. 433.
Duyfjes 204.
Eames, A. J. 436.
Eichhorn 77.
Elliot, B. 246.
Elwes u. Henry 147.
Emerson 75.
Endlich 269.
Engelmann, E. 127.
Engler, A. 50, 51, 330, 528.
Engler, A. u. Harms 302.
Engler-Prantl 21.
Engler, A. u. Volkens, G. 527.
Eric, A. 529.
Ernst, A. 154.
Essner, B. 242.
Evans 323.
Exner 271.
Exner-Janka 208.
Exner-Marchet 258.
Fairchild, D. G. 524.
Farwell, O. A. 550, 551.
Fawcett, W. 109, 367.
Federicos, G. L. 532.
Fischer, A. 370.
Flückinger 37, 132.
Fowke 207.
Foxworthy 111.
Frank 277.
Freyn 80.
Fujioka, M. 236.
Gaisser 164.
Gamble, J. S. 41.
Gaumnitz, O. 496.
Gaunersdorfer, J. 104, 183.
Gayer, K. u. Fabricius 181.
Gayer, S. 327.
Gayley, C. T. 495.
Gehmacher, A. 222.
Geiger, F. 200.
Gerry, E. 480.
Gibson, J. H. 316.
Gieseler 268.
Gildemeister, E. und Hoffmann, Fr. 135.
Gilg, E. 11, 116, 331.
Gordon, M. 281, 549.
Gothan 231.
Grace, E. 275.
Grassmann E. 526.
Grisard et van den Berghe 291.
Grisard, I. 272, 368.
Groom, G. 66.
Groom, P. 425.
Groom, P. and Rushton, W. 479.
Grossmann, J. 152, 565.
Gürke 26.
Gürke u. Volkens 379.
Gurnik, W. 318.
Guttenberg, H. v. 173, 300.
Haberlandt 337.
Hanausek, E. 19, 251.
Hanausek, T. F. 7, 43, 69, 305.
Hanburg, D. 120.
Harms, H. 20, 143, 145, 320, 322, 324.
Harshberger 115.
Harris, G. 118.
Hartig, R. 65, 78, 79, 184, 229. 239, 253, 350, 393, 404.
Hartig, R. u. Weber R. 70.
Hartig, Th. 339.
Harvey-Gibson 492.
Hedler 564.
Heineck, O. 218.
Hempel u. Wilhelm 57.
Henning, E. 249.
Herrmann, H. 91, 220.
Hernandez, F. 133.
Hess, R. 87.
Hoar, C. S. 476.
Hofmann, Amer. 280.
Höhnel, v. 31, 106, 250, 388.
Hölfker 484.
Holland I. H. 408, 424.
Hollendonner, F. 257, 283, 481, 494.

Hoogenwerff, Koenig u. Bienfait 195.
Holten, J. 502.
Holtermann, C. 349.
Holtzappel 102.
Hopkinson, A. D. 410.
Hosseus, C. C. 205.
Houba 76.
Hough, R. B. 247.
Howard, A. 93.
Huber, J. 130.
Hutchinson, W. J. 557.
Hutten, U. v. 117.
Iwaki, T. 466.
Jaccard, G. 493.
Jaensch 224.
Jänsch, Th. 38.
Janka, G. 245, 407, 478.
Janssonius, H. 14.
Jean, F. 160.
Jentsch 10.
Jones, W. S. 422.
Jordan, F. C. 124.
Jumelle, H. 372.
Juraschek 533.
Kassner 396.
Kanchira, R. 417, 418.
Kawai 1.
Kerr, G. A. 504.
Kienitz 399.
Kirkby 61.
Klason, P. 369.
Kleeberg 237.
Klebahn 223.
Knight, M. 453.
Knoblauch, E. 13.
Kny, L. 90, 259, 344, 389.
Koehler, A. 437.
Koenig 503.
Kohl, G. F. 180.
Koorders, H. 148.
Koorders u. Valeton 193, 332.
Kostytschew, S. 415.
Krah 387.
Krais, P. 17.
Kraus, G. 240.
Kubart, B. 411.
Kudô, J. u. Jamabayasti, N. 451.
Küser, E. 219.
Küster 363.
Lacaita, C. C. 428.
Lamb, W. H. 511.
Lange, Th. 376.
Laris, E. 101, 108.
Lashington, P. M. 189.
Leunis-Frank 266.
Lewis 288.
Liebig-Kopp 198.
Lièvre, P. 560.
Link, A. 244.
Luerssen 214.
Lütgens, R. 162.
Mc. Clatchie, A. J. 169.
Maire, F. W. 354.
Markley, H. H. 473.
Martell, P. 531.
Martius 321.
Mathieu 55.
Matthes u. Schreiber 15.
Matton, W. 548.
Mayr, H. 2, 62, 278, 391, 392.
Mell, Cl. D. 123, 144, 432, 512, 513.
Mell, Cl. and Brush, W. 545, 546.
Michael 213.
Miers, J. 137.
Mildbraed 215.
Miller, R. 547.
Miquel 185.
Mismahl, O. F. 301.
Möbius, M. 416.
Mohr 279.
Molisch 4, 174, 380, 383, 501.
Moll u. Janssonius 22.
Moller, Ad. F. 313.
Moor, Ch. u. Roth, F. 263.
Müller, C. 384.
Müller, F. v. 170, 521.
Müller, J. F. 156.
Müller, K. 42.
Münch, E. 317.
Murphy, L. S. 177.
Nakamura 230.
Naumann, M. 110.
Neger, F. W. 440, 441, 442.
Nestler 16.
Nevermann, F. 217.
Nielsen 402.
Nirschl, J. 191.
Noothout u. Co. 287.
Nördlinger 3, 355, 397, 398
Noter, R. de 522.
Oesterle, O. A. 471.
Osmaston 312.
Paessler, J. 81.
Parchmann 443.
Parry, E. F. 366.
Pax, F. u. Hoffmann, R. 429.
Pearson, R. S. 447, 448, 449, 500, 514.
Peckolt, Th. 261, 286, 292.
Pereira, H. 29.
Petersen, A. 60.
Pettis, C. R. 543.
Pfeiffer, J. Ph. 199.
Phillips, F. and Mulford, W. 544.
Piccioli, L. 85, 241.
Pierson, A. 563.
Pittier, H. 99.
Planchon et Triana 129.
Plasschaert, E. K. 103.
Ples-Kopp-Will 202.
Poeschel 161.
Pomrenke, W. 209.
Praïl 28.
Pratt, E. E. 562.
Pringsheim 395.
Printz 105.
Pulle 166.
Raatz 385, 386.
Raimann, R. 351.
Rattinger 235.
Record, S. J. 112, 141, 153, 157, 467, 515, 516, 517.
Rees 306.
Ridley, H. N. 352, 378.
Rock, J. F. 63.
Rodger, A. 488, 489, 490, 491.
Rogers, C. S. 359, 469.
Roldau, Angel, y Maximino Martinez 446.
Rosenthal 265.
Roth, F. 68.
Rouget, F. 163.
Rumphius 203.
Rushton, W. 455.
Russow 377.
Sadebeck 33.
Sallmann, M. 444.
Sanio 340.
Sargent, Ch. 122.
Sawer, J. Ch. 59, 296.
Scott, D. H. 487.
Schlomann, A. 95.
Schmid, A. (Winterthur) 248.
Schotte, G. 423.
Schöpflin 294.
Schomburgk 113.
Schramm, W. H. 403.
Schreiber 454.
Schröder 254.
Schrötter, H. 92.
Schumann 373.
Schultze, E. 241, 561.
Schulz, Paul 227.
Schwalbe, C. G. und Becker, E. 459.
Schwarz, F. 346, 401.
Schwappach, 73.
Schweinfurth, G. 225.
Semler 12, 274.
Sertorius, A. 172.
Shirasawa, H. 520.
Sievers 131.
Sim 47.
Simmonds 289.
Sinner 519.
Smith, F. H. 192.
Solereder 56.
Spann, A. 465.
Spegazzini, C. 134.
Spiekenkoetter, H. 419
Sprague u. Boodle 155.
Staerker u. Fischer 171
Sterrett, W. D. 542.
Stone, H. 6, 107.
Stone, H. u. Freemann, W. 126.
Strasburger, E. 39, 336, 374.
Stuhlmann 325.
Sudworth, G. 538.
Sudworth, G. u. Mell 168, 539, 540, 541.
Tassi 232.
Taubert 35.
Tavares, J. 499.
Thompson, H. N. 158, 159.
Thompson, W. P. 238.
Thoms 197.
Trelease 270.

Trimble 282.
Trotha, v. 309.
Troup, R. S. 319.
Tschirch 201, 314, 357.
Tubeuf, K. v. 400, 498.
Tunmann, O. 211.
Tuzson, J. 71.
Unger, A. 525.
Unwin, H. 36, 45, 146.
Ursprung A. 341, 347, 348.
Vaelas, E. 94.
Vail et Rydberg 114.
Veitch, J. 298.
Venturi, S. u. Lillo, M. 136.
Vespermann 328.
Vogl, v. 32, 138.
Volkens 54.
Warburg 52, 273.
Ward, M. 149.
Wassujewsky 299.
Watt 260, 356.
Weber 371.
Wehmer, C. 362.
Weigle, W. G. u. Frothingham, E. H. 86.
Weise 74.
Wessely 264.
Westergaard, C. jr. 537.
Wettstein, v. 235.
White, L. L. 536.
Whitehead, T. A. 477.
Whitford, H. N. 179, 530.
Wiehe, E. 98.
Wieler 381.
Wiesner, v. 23, 307, 342, 343.
Wilbrand 430.
Wildemann, E. de 212.
Wilhelm, K. 5, 228, 252, 345.
Williamson, A. W. 535
Wimmer 558.
Wright, H. 178, 326.
Zijlstra, K. 390.
Zimmermann, A. 165, 463.
Zimmermann, E. 140.
Zon, R. 534.
Zucker, M. Ph. 435.

II. Botanisches Literaturverzeichnis.

(Nutzhölzer.)

A. Allgemeine Literatur, auf welche in der Abhandlung nicht besonders hingewiesen ist.

(Das Literaturverzeichnis für den chemischen Teil ist am Schluß besonders aufgeführt.)

Abeles, J., Handbuch der Technik des Weichholzhandels, II. Aufl., Berlin 1920.

Acta Forestalia Fennica. Arbeiten der forstwirtschaftl. Gesellsch. in Finnland.

Ahern, G., A few pertinent facts concerning the Philippine forests and needs of the Forest service, that shoul interest every Fillipino. Manila 1908. Philippine Islands Forestry Bureau. Circ. **3**.

— The uses of Philippine woods. Departm. of the Interior Bureau of Forestry. Bulletin No. **11**. Manila 1911.

— Opportunities for lumbering in the Philippine forests. Departm. of the Interior Bureau of forestry. Circular No. **4** (Revised). Manila 1911.

Albert, A., Die Wälder in Chile. Internat. agrartechn. Rundschau, V. **12** (1914).

Anderson, W., Forests of British Guiana. The Forests of the North. Western Distr. of the County of Essequibo. Forest Districts 1—4. Department of Lands and Mines. Georgetown, Demerara 1912.

André, H., Über die teleologische und kausale Deutung der Jahresringbildung des Stammes. Die Naturwissenschaften 8 (1920).

— Über die Ursachen des periodischen Dickenwachstum des Stammes. Ztschr. f. Botanik **12** (1920).

Anonymus, The botany and plant products of Northern South America. Science N. S. **XLVIII**. 156—157 (1918).

Arnold, F. v., Rußlands Wald. Berliner Holzkontor. Berlin 1893.

Baker, R. S. B., The forests of Kenya Colony with spec. reference to some woods of economic value. Journ. R. Soc. Arts **72** (1924).

Beauverie, M., Les bois industriels. „Encyclopédie scientifique. Biblioth. de Bot. appliquée.“ Paris 1910.

Beccari, O., Nelle foreste di Borneo. Florence 1902.

Bedö, A., Die wirtschaftliche und kommerzielle Beschreibung der Wälder des Ungarischen Staates. Ungar. Ackerbauminist., 2. Aufl. Budapest 1896.

Beißner, Schelle, Zobel, Handbuch der Laubholzbenennung. Berlin 1903.

Benoist, Les bois de la Guyane. Paris 1924.

Benson, H. K., By-products of the Lumber Industry. Departm. of Commerce. Spec. Agents Series No. **110**. Washington 1916.

Berkhout, A. H., Indische Forstwirtschaft. Tübingen 1909.

— Hout.

Berry, J. B., Northern woodlot trees. Chicago 1924.

— Northern woodlot trees: A guide to the identific. of the trees and woods to accompany farm woodlands. New York 1924.

Bertin, A., Mission forest. coloniale. I. Les Bois de la Côte d'Ivoire. Paris 1918.

— Mission forestière coloniale. II. Les Bois du Gabon. 1918.

Betts, N. W. de, Rocky Mountain Mine Timbers. Bull. of the U. St. Departm. of Agricult. No. **77** (1914).

Birdwood, H. M., Indian Timbers. The Hill Forests of Western India. London 1913.

Bonifacy, Les bois „de cercueil“ dans la région de Ha-Giang (Tonkin). Bull. écon. Indo Chine **XIV** (1912).

Booth, J., Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. Berlin 1882.

Botting-Hemsley, W., The wood-Oil trees of China and Japan. Kew. Bull. (1914).

Bourdariat, A. J., Les Forêts de Madagascar et leur mise en valeur. Paris 1912.

British Guiana Consolidated Co, A List of woods in the forests of British Guiana. Compiled of Government Reports.

Britton, N. L., The botany and plant products of Northern South America. Journal New York. bot. Gard. **XIX** (1918).

Brown, F. B. H. The preparation and treatement of woods for microsc. study. Bull Torrey bot. Club. **XLVI** (1919).

Brunner, C., Technische u. Kolonialbotanik. Hamburg 1911/1912.

Bub-Bodmar, F., Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis. Berlin 1922.

Bureau of Forestry, Tokio. Descriptive Catal. of Japanese wood spec. Exhibit. at the Panama-Pacific Intern. Exposit. San Francisco (U. St. A.) 1915.

— Forestry of Japan. Tokyo (Japan) 1910.

— Extracts from the Bull. of the Forest Experim. Station, Meguro. Tokyo 1915.

Büsgen, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1917.

Busse, Leitfaden der Holzmeßkunde. 3. Aufl. Berlin 1923.

Cajander, A. K., Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lenaflusse. Acta soc. scient. Fennicae **XXXII**, 3 (1904).

Charpentier, P., Timber: a compr. stud. of wood in all its aspects, commerc. and botan., showing the differ. applit. and uses of timbers in various trades etc. London 1902.

Capus, G. et Bois, D., Les products Coloniaux. Paris 1912.

Chevallier, Perot et Gérard, Recherches sur les bois de différentes espèces de Legoumineuses africains. Les vég. ut. de l'Afr. trop. fr. **3**.

Conrad, H. u. Thomas, W. A., Measurements of wood fiber. Proc. Iowa. Acad. Sci. **26** (1919).

Coppet, de, Allgem. über die einheimischen Nutzholz liefernden Holzarten. Schweiz. Forststatistik. 4. Lief. I. Studie. Zürich 1914.

Crumley, J. J., The relative durability of post timbers. Bull. Ohio Agr. Exp. Stat. **219** (1910).

Cuttler, H. G., Hardwood forest of southern South America. Americ. Forestry **XX** (1914).

Dimitz, L., Die forstlichen Verhältnisse und Einrichtungen Bosniens und der Herzegowina.

Dippel, L., Handbuch der Laubholzrinde. Berlin 1893.

Dochahl, Über Band- und Flechtweiden. Ill. landw. Ztg. **43** (1923).

Dudgeon, C., The Agricultural and Forest Products of British West Africa. London 1911.

Dunlap F., Density of wood substance and porosity of wood. Journ. Agr. Res. **II**. Washington 1914.

Dupont, A. E., Les bois: Indigènes et étrangers. Paris 1875.

Eckardt, W. R. u. Hauck, F., Deutschlands Holzgewächse, mit bes. Berücksichtigung der bei uns kultiv. Bäume und Sträucher. Leipzig 1914.

Eeden, F. W. van, u. Duyfjes, J. J., Houtsorten van Nederlandsch Indië. 3. Auflage. Haarlem 1906.

Elliott, S. B., The important timber trees of the United States. A Manual of practical Forestry. Boston and New York 1912.

Elwes, H. J. and Henry, A., The trees of Great Britain and Ireland. Edingburgh 1909.

Enders, M., Die Holzerzeugung der Vereinigten Staaten. Forstwissenschaftl. Zbl. **XXXIX**, 1918.

Enders, M., Die Holzerzeugung d. Vereinigten Staaten von Amerika. Forstwissenschaftl. Zentralblatt 1917.

Engel, A. v., Österreichs Holzindustrie und Holzhandel. Wien 1912.

Farrington, E. J., New England trees Hortic. **2** (1924).

Fernow, B. E., Forest Conditions of Nova Scotia. Departm. of Crown Lands, Nova Scotia. Ottawa (Canada) 1912.

- Conditions in the Clay Belt of New Ontario. Commission of Conservation. Canada 1913.

- Forest Resources and problems of Canada. Society of American Foresters, Vol. **VII**, No. 2. 1912.

An Analysis of Canadas Timber Wealth.

— Scientific Forestry in Europe: its value and applicability in Canada. Annual Report of the Commission of Conservation. 1910.

— The High Sierra Maestra (including a list of trees and botanical notes by Norman Taylor). Forestry Quart., Vol. **IV**, No. 4, 1906.

Fesca, Der Pflanzenbau in den Tropen u. Subtropen. Berlin 1911.

Flemming, A., In der Tischlerwerkstatt vernachlässigte Hölzer. Holzwelt VI **2** (1919).

Fletcher, Bainbridge u. Ghosh, The preservation of wood aganist termites. Agric. Res. Inst., Pusa Bull. **110** (1921).

Fountain, P., The great mountains and forests of South America. London and New York 1902.

Foxworthy, F. W., Commercial woods of the Malay Peninsula. Malayan Forest. Rec. I. (1921).

Freedley, A. B., Some interesting trees of Honolulu Gard. chron. Americ. **28** (1924).

Fritschen, Gehölzflora. Leipzig 1920.

Fröhlich, Aus der Urwaldpraxis. Wiener allg. Forst- u. Jagdztg. 1923.

Frothingham, E. H., The northern Hardwood Forest: its composition, growth and management. U. St. Departm. of Agriculture, Bull. No. **285**. Washington 1915.

Gamble, J., A manuel of Indian timbers: an account of the growth distrib. and uses of the trees and shrubs of India and Ceylon. London 1922.

Gardner, R., Mechanical Tests of 30 different Philippine woods. Bureau of forestry. Bull. **4**. Manila 1907.

Geerts, Preliminary catalogue of the japanese kinds of woods. Vol. **IV**. Transaction Asiatic society of Japan.

Gerschel, J., Vocabulaire forestier français-anglais-allemand. 1905.

Gifford, J. C., The Luquillo Forest Reserve, Porto Rico. Bull. **54**. Bureau of Forest., U. St. Depart. of Agricult. 1905.

Grisard, J. et Vandenberghe, M., Les bois industriels indigènes et exotiques. Paris.

Groom, P., Durability of timbers. Trans. r. scottish arbor. Soc. **XXX** (1916).

Grossmann, J., Das Holz, seine Bearbeitung und Verwendung. Leipzig—Berlin 1916.

Guse, Die Waldschätze des Kaukasus. Forstwissenschaftl. Zentralblatt **XXXIV** (1912).

— Die Wälder des südwestlichen Altai. Forstwissenschaftl. Zentralblatt **XXXIII** (1911).

Hall, W., The Forests of the Hawaiian Islands. Washington 1904. U. St. Dept. of Agric. Bureau of forestry. Bull. **48**.
Hanausek, T. F., Über außereuropäische Nutzhölzer mit falschen Bezeichnungen. Großeinkäufer f. Reederei u. Industrie. Hamburg 1913/1914.
Harrer, F., Holzindustrie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Deutsches Kolonialblatt. 29. Jahrg., Nr. **5—6**. Berlin 1918.
Harris, W., The Timbers of Jamaica. Bull., New Ser., Vol. I. No. 1. Depart. of Agric., Jamaica.
Hartig, R., Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin 1885.
— Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer. 4. Aufl. München 1898.
— Holzuntersuchungen. Berlin 1901.
— Th., Zur vgl. Anatomie der Holzpflanzen. Bot. Ztg. 1859.
Hawley, L. F. and Palmer, R. C., Yields from the destructive destillation of certain hardwoods. Bullet. of the U. St. Depart. of Agric. No. **129** (1914).
Hay, D., The principal timbers of N. S. Wales and their uses. Sydney 1906.
Hefele, K., Der Wald in Japan. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1903.
Herrig, G., Zur Anatomie exzentr. gebauter Hölzer. Diss. Freiburg 1915.
Herrmann, E., Tabellen z. Bestimmen der wichtigsten Holzgewächse des deutschen Waldes und einiger ausländischer angebauten Gewächse. 2. Aufl. Neudamm 1924.
Heyne, K., De nuttige planten van Nederlandsch-Indie. Batavia Teil I (1913), Teil II (1916), Teil III—IV (1917).
Hiller, W., Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskop. Merkmalen. Mikrokosmos **16** (1923).
Hofmann, A., Aus den Waldungen des fernen Ostens. Wien und Leipzig 1913.
— Zur Frage der Naturalisation japanischer Holzarten in Europa. Mitt. d. deutsch. Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde Ostasiens, Bd. X.
— Die forstlichen Produktionsverhältnisse von Korea. Mitt. der deutsch. Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde Ostasiens, Band X.
Holland, J. H., Brazil Wood. Kew. Bull. Misc. Inform, No. **9** (1916).
Holtz, W., Über einige aromatische Hölzer. Der Pflanzer IX (1913), Nr. **5**.
Honda, S., Description des zones forestières du Japon. Paris 1900.
Hough, R. B., The American Woods etc. Lowville N. Y. 1913.
Hough, Romeyn, Beck, Handbook of the trees of the northern states and Canada east of the Rocky Mountains. 1907.
Howard, A Manual of the timbers of the world. London 1920.
— Bibliography of the Woods of the World etc. New Haven, Conn. 1922.
Hubert, E., Les bois et le liège. Paris 1902.
Huffel, C., Economie forestière. Paris 1905.
Jaccard, P., Etude anatomique des bois comprimés. Zürich 1910.
Janka, G., Die Härte der Hölzer. Mitteil. forstl. Versuchswes. Österreich **VII** (1915).
Janssonius, H. H., Mikrographie der Hölzer der auf Java vorkommenden Baumarten. Leiden 1911.
— Mikrographie des Holzes. Leiden 1906.
Jauffret, M. A., Recherches sur la détermination des bois exotiques colorés d'après les caract. chimiq. et spectroscop. Ann. Mus. Col. Mars **XXVIII**, 3, 8. Marseille 1920.
Jeffrey, E. C., The anatomy of woody plants, 2. Aufl. Chicago 1923.
Johns, C. A., The forest trees of Britain. London 1919.
Jolyet, A., Le Transport des bois dans les forêts coloniales. Paris 1903.
Jordan, F. C., Commercial woods of Mazatlan district. Commerce Reports. Washington, DC. No. **126** (1918).
Judd, C. S., Twenty familiar trees of Honolulu. Hawaiian Forest and Agric. **20** (1923).
Julius, G. A., Western Australian Timber Tests. 1906.
Jumelle, H., Les Ressourc. agric. et forest. des Colonies Françaises. Exposition Coloniale de Marseille 1906. Marseille 1907.
Kanehira, R., Identification of the Important Japanese Woods by Anatomical Characters. Taihoku (Formosa) 1921.
Kellog, R. S., The Forests of Alaska. American Forestry. 1910. Vol. **XVI**. No. 12. Washington.
— The Forests of Alaska. Washington 1910. U. St. Dept. Forest. Service. Bulletin **81**.
— Timber used in the mines of the United States in 1905. U. St. Depart. of Agricult. 1906.
— The timber supply of the United States. U. St. Departm. of Agricult. Circular **166** (1909).
Kessel, S. L., The Hard woods of Western Australia. Western Australia Woods and Forest Dept. Perth. 1923.
Kircher, J. C., Timber in Brazil. Amer. Forest. **29** (1923).
Kisser, J., Histochem. Unters. einiger Flavon führender Farbhölzer. Wien 1923.
Klein, H., Unsere Waldbäume, Sträucher und Zwergholzgewächse. Heidelberg 1924.
Kloes, van d. Onze bouwmaterialen. Deel **IV**. Het Hout. Maasluis 1910.
Koehler, A., Guidebook for the identification of woods used for ties and timber U. St. Depart. of Agricul. Forest Service. 1917.
Köhne, E., Deutsche Dendrologie. Kurze Beschreibung der in Deutschland im Freien aushaltenden Nadel- und Laubholzgewächse. Stuttgart 1893.
König, J., Die Bestandteile des Holzes und ihre wirtschaftl. Verwendung, in: Fühl. landw. Ztg. **LXVIII** (1919), Heft 19/20.
Kottmeier, H. et Uhlmann, Fr., Das Holz. Leipzig 1910.
Kovalevsky, M. W. von, La Russie à la fin du siècle 19. Paris 1900.
— Die Produktivkräfte Rußlands. Leipzig 1898.
Kunze, O., Kleine Laubholzkunde. Nach E. Koehnes „Deutsche Dendrologie". 2. Aufl. Stuttgart 1912.
Lang, G., Das Holz als Baustoff, sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden. 1915.
— S. S., The worlds greatest woodlot. Amer. Forest. **XX**, 1914.

Langdon, La Dema, M., Sectioning Hard woody tissues. Bot. Gaz. **70** (1920).
Laslett, Th., Timber and timber trees, native and foreign. London-New-York 1894.
— Records tets of the strength of a number of Indian timbers.
Laspeyres, H., Der Wald Polens. Sonderabdruck aus: Handbuch von Polen. Berlin 1917.
Lecomte, H., Les bois de l'Indo-Chine. Paris 1924.
— Danguy, P. u. Fauchère, A., Madagascar. Les bois de la forêt d' Analamazaotra. Paris 1922.
— Les bois coloniaux. Paris 1923.
Lorey, T., Loreys Handbuch der Forstwissenschaften. 3. Aufl. Tübingen 1920.
Louvel, E., Note sur les bois de Madagascar. Bull. économ. Madagascar **2** (1922).
— Les Forêts de l'Ouest de Madacasgar. Agr. Prat. p. ch. **XIII**, II. 1913.
Luerssen, Ch., Die Einführung japanischer Waldbäume in die deutschen Forsten. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 1886.
Mackenzie, D. F., The identification of Timbers, with a uniform series of photo-micrographes. Trans Highland and Agr. Soc. of Scotl. Ser 5. Vol. 12.
Mähl, J. u. Co., Australische Hart- und Edelhölzer. Eigenverlag.
Main, F., L'importation des bois d'oeuvre tropic. Journ. d'Agric. trop. **XI**, 1911.
Marchet, J., Holzproduktion u. Holzhandel v. Europa, Afrika u. Nordamerika. Wien 1904.
Marguery, Les timbers de commerce. Amsterdam 1905.
Matthey, A., Traité d'exploitation commerciale des bois **I**, **II**. Paris 1906 u. 1908.
Mauduit, F., Arboricultura Argentina. Buenos Aires 1905.
Maxwell, H., Uses of commercial woods of the United States. Beech, Birches and Maples. Bull. of the U. St. Departm. of Agricult. No. **12** (1913).
Mayr, H., Forstliche und floristische Studien in Nordamerika. Sonderabdruck aus dem „Garten-Magazin". München 1896.
— Aus den Waldungen Japans. Beiträge zur Beurteilung der Anbaufähigkeit usw. der japanischen Holzarten im deutschen Walde. München 1891.
— Naturwissenschaftliche und forstliche Studien im nordwestlichen Rußland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1900.
Medwiedew, Bäume und Sträucher des Kaukasus.
Merritt, M. L., The Forests of Mindoro. Departm. of the Interior. Bureau of Forestry. Bull. No. 8. Manila 1908.
Metzger, Die Forstwirtschaft im Schutzgebiete Togo. Jena 1911.
Miller, W. H., Hard woods on the Country Estale Amer. Forest. **XXI** (1915).
Miyabe, K. u. Kudo, J., Icones of the Essential Forest Trees of Hokkaido. Tokio 1921. Ref. Jap. Journ. of Botany **I** (1923).
Moeller, J., Beiträge zu vergl. Anatomie des Holzes. Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wiss. 1876.
Möller, J., Die Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes **I**. Das Holz. Kassel 1883.
Müller, N., Atlas der Holzstruktur. Halle 1888.
Monnin, Sur la qualification des bois. Bull. Trimest. Soc. Forest. Franche-Comté et Belfort **14** (1922).
Moroto, K., Untersuchungen über die Biegungselastizität und Festigkeit der japanischen Bauhölzer. Zentralblatt f. d. gesamte Forstwesen 1908.
Morton, B. R., Native Trees of Canada. Depart. of the Interior, Canada. Forestry Branch. Bull. No. **61**. Ottawa 1917.
Neger, F. W., Grundriß der botan. Rohstofflehre. Stuttgart 1922.
— Die Laubhölzer. Samml. Göschen 1914.
Newton, H., Tets on about 20 different timbers of the Straits Settlements. 1882.
Nirschl, J., Die Forstwirtschaft in Niederländisch Indien. Auswärtiges Amt. Band **6**. Leipzig 1920.
Nördlinger, H., Querschnitte von 500 Holzarten. Berlin.
Ortel, F., Handel mit russischen Hölzern. Herkunftsgegenden und Vertrieb mit besonderer Berücksichtigung d. Memelgebietes. Berlin 1895.
Palmer, R. C., Yields from the destructive distillation of certain hardwoods. U. St. Departm. of Agric. Bull. No. **508** (1917).
Pereira, H., The timber trees of the State of São Paulo, Brazil. Dep. of Agric., Com. and Public works: State of São Paulo. Brazil 1921.
Petersen, O. G., Diagnostik Vedanatomi of N. V. Europas Traecr og Buske. Kopenhagen 1901.
Pflanzer, Afrikanische Nutzhölzer. Statistisches u. Marktberichte **V** (1909).
Philipp, K., Dictionary of German and English forest terms. Neudamm 1900.
Piccioli, L., Technologia del legno. Torino 1919.
Pittier, H., Contributiones para la flora de Venezuela. I. Arboles y arbustos de Venezuela. Boletim commerc. e industr. 18: 417—433, 1921.
— Ensayo sobre las plantas usuales de Costa Rica. DC. U. St. Washington 1908.
Poeschel, „The Forestal", Land, Timber and Railways Company Limited. Der Tropenpflanzer, Nr. 8. Berlin 1917.
Pogge, C., Nutzholzbäume Deutsch-Südwestafrikas. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen.
Price, Overton, W. and Kellogg, R. S., and Cox, W. T., The Forests of the United States: Their Use. U. St. Departm. of Agric., Forest Service. Circ. 171, 1909.
Prichard, R. P., The significance of certain variations in the anatomical structure of wood. Forest Quart. **XIV** (1916).
Rasser, E. O., Argentinische Nutzhölzer. Deutsche Rdsch. f. Geographie **XXXVI** (1912).
Record, S., Identification of the economic woods of the U. St. including a discussion of the structural and physical properties of wood. New York 1912.
— Notes on woods. Science, Vol. **LV**, No. 1419. 1922.
— Notes on Woods. Science 1922, 55. 1919.
— Identification of the economic woods of the United States. New York 1912.

Record, S., Foreign woods for airplane propellers. Hardwood Record (Chicago), 45 : 6 : 246, 32a.
— Scented woods. American Forestry Washington, DC. 26 : 323 : 665 : 672. 1920.
Our tropical timber trade. Scientific American (N. Y.) 124 : 23 : 444, 445. 1921.
Reder, Eine forstliche Studienreise nach Französisch-Kongo, Spanisch-Guinea und Südnigerien. 1910—1911. Deutsch. Kolonialblatt **XXIII**. Berlin 1912.
Reko, Holzgew. u. Ausfuhr aus den Philippinen. Tropenpflanzer **25** (1900).
— Nutz- u. Edelhölzer Mexikos. Tropenpflanzer **25** (1922).
Rev. de Metallurgie, Commission permanente de Standardisation. Bericht über die vereinbarten Vereinheitlichungen hinsichtlich der Charakterisierung, Nomenklatur und der Untersuchungsmethoden des Holzes **18** (1921).
Rheder, A., Einige neue u. kritische Gehölze. Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges. 1914.
Ridley, H. N., De Maleische Timmerhoutsoorten. Amsterdam 1903.
— Timbers of the Malay Peninsula. Agric. Bull. S. S. and F. M. S. 1901—1902.
— Mal. Timmerhoutsoorten. Bull. No. **27** v. h. Koloniaalmus. te Haarlem 1903.
Rogers, C. S., Forestry in Trinidad. Bull. Dep. Agric. Trinidad a Tobago XI, No. 70. 1912.
Rosenbluth, R., Forests and timber trade of the Chinese Emp. For. Quarterly 10 : 4 : 647 bis 672. 1912.
Roth, F., Timber: An elementary discussion of the characteristics and properties of wood. U. St. Departm. of Agric. Bull. No. **10**. Washington 1895.
Rothkugel, M., Brief Notes on Mexican Forests. Forestry Quarterly. Vol. **VII**, No. **3**. Cambridge 1909.
Rowlee, W., Tropical trees with light — weight wood. Journ. N. J. Bot. Gard. 22 : 256 : 75 bis 78. 1921.
Sargent, Ch., Manual of the trees of North America (excl. of Mexiko). Boston and New York 1905.
— C. G., Notes on American trees. **XII**. Jour. Arnold Arboret **5** (1924).
Salomon, O., The forests of Peru. Bull. Pan Americ. Union **56** (1923).
Schacht, H., Der Baum. Studien über Bau u. Leben der höheren Gewächse. Berlin 1853.
Schlich, W., Manual of forestry. London 1910 1911.
Schmidt, A., Beiträge zur Kenntnis der bolivianischen Nutzhölzer. Zürich 1915.
Schneider, C. K., Handbuch der Laubholzkunde. Jena 1906.
— E. E., Commercial woods of the Philippines. Their preparation and uses. Bull. No. **14**, Bur. Forestry. Manila 1916.
v. Schrötter, H., Notizen z. Technologie einiger Hölzer des Sudans. Sep. Abdr.: Tagebuch ein. Jagdreis. weiland d. Prinz Georg Wilhelm v. Braunschweig usw. Wien 1915.
Schultze, Holzverbrauch u. Holzausfuhr in den Vereinigten Staaten. Zeitschr. Forst- u. Jagdw. **L** (1918)
Schwerin, F. v., Versuche mit der Lebenskraft des Holzes. Mittl. d. Dendrolog. Ges. **31** (1921).
Semenow, M. P. de, La Russie Extra-Européenne et Polaire. Paris 1900.
Shaw, Chinese forest trees. London 1914.
Shirasawa, H., Die japanisch. Laubhölzer im Winterzustande. Bestimmungstabellen. Vol. **II**. Bull. of the college of agriculture, Imperial University Tokyo.
Siebenlist, Th., Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. Berlin 1914.
Sivers, M., von, Die forstlichen Verhältnisse der baltischen Provinzen. Riga 1903.
Smith, J., Rubber in Hawaii. Honolulu 1905. Hawaii agricultural experiment station. Press bull. **13**.
— F. H., Teak in Siam and Indochina. Departm. of Commerce. Special Agents Series, No. **108**. Washington 1915.
Snow, Ch. H., The principal species of wood, their characteristic propert. New York 1910.
— Wood and other organic structural materials. New York 1917.
Souza, de, Zonas naturaes de produccao brasilera em suas relacoes botanicas e dendrologicas. Boletim, Ministerio da Agricultura e Commercio. Rio de Janeiro 1912.
Stephenson, W., The trees of commerce (rev. ed.). London 1908.
Stewart, J., The forest flora of north-west and central India: a handbook of the indigenous trees and shrubbs of those countries. London 1874.
Stone, H. and Freeman, W. G., Timbers of British Guiana. London, Crown agents for the Colonies 1914.
Sudworth, G. and Mell, Cl., Distinguishing characteristics of North American Gumwoods. U. St. Departm. of Agric. Forest Service. Bull. **103**. Washington 1911.
Sudworth, G., Check List of the Forest Trees of the United States, their names and ranges. U. St. Departm. of Agric. Washington 1898.
— Forest Trees of the Pacific Slope. U. St. Departm. of Agric. Washington 1908.
Thomas, C. H., Trees to take the place of those destroyed by chestnut blight. Amer. Forest **28** (1922).
Tropenpflanzer, Hölzer v. Neu-Guinea **XIII** (1909).
Troschel, E., Handbuch d. Holzkonservierung. 1916.
Trotha, v., Der Wald um Tabora. Notizbl. d. Botan. Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem. No. **48** (Band V), (1911).
Troup, R. S., The Silviculture of Indian trees. Oxford 1921.
Turck, Mc. M., The Forests of Guiana. „Timehri". Vol. **I** (1882).
— Woods of British Guiana. Georgetown 1902.
Unwin, H., Die Holzproduktion in der französischen Kolonie Gabun. Deutsch. Kolonialbl. **XXII** (1911).
Uspensky, Wjestnik torfjanogo djela. Moskau 1922. Bestimmung der mittelrussischen Bäume nach den Elementen des Holzes.

Vilmorin, M. de, Arbres forestiers étrangers. Paris 1900.

Volkens, G., Die Nutzpflanzen Togos. Notizbl. d. Botan. Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem. App. **XXII**. Nr. 2. 1900.

Webster, A., British grown timber and timber trees. London 1916.

Wehmer, Die Pflanzenstoffe. Jena 1911.

Weigle, W. G. and Frothingham, E. H., The Aspens: their growth and management. U. St. Departm. of Agric. Bull. 93. Washington 1911.

Weißkopf, A., Verwendung von Kameruner Nutzhölzern (Bongosi, Bang und Njabi usw.), Harthölzer für den Eisenbahnwaggonbau. Berlin 1913 u. 1914.

White, C. T., Francis, W. D., Queensland trees No. 18. Queensland Agric. Journ. **19** (1923).

Whitford, H. N., The forests of the Philippines. Bur. of Forestry Bull. **10**. Manila 1911.

— Tropical Forests Products. Encyclopedia Americana 1919.

— Vegetation of the Lamao forest reserve: Manila 1906.

Whitford, H. N., The Forests of the Philippines. Part. I. Forest Types and Products. Part. II. The Principal Forest Trees. Departm. of the Interior. Bureau of Forestry Bulletin No. 10. Manila 1911.

— Tropical American Woods for markets of United States. Bull. of the Pan American Union. 1921.

— and Craig, R. D., Forests of British Columbia. Commission of Conservation. Canada. Ottawa 1918.

Wichelhaus, H., Über die Bestandteile des Holzes, welche Färbungen hervorrufen. Chem. Ztg. **47** (1923).

Wiehe, E., Fremde Nutzhölzer. Der Import und Handel, sowie eine Beschreibung d. gangbaren Sorten. Bremen 1912.

Wilda, H., Das Holz, Aufbau, Eigenschaften u. Verwendung. Göschen Nr. 459. Leipzig 1909.

Winn, W., Timbers and their uses. London 1919.

Wolff, Th. Exotische Nutzhölzer u. ihre Verw. in d. Techn. Prometheus **XXIII** (1912).

Woodward, K., Informe sobre las Condiciones forestales de la Republica Dominicana. Santo Domingo 1910.

Worcester, D. C., Philippine Forest Wealth. Amer. Forest. **XXI** (1914).

B. Besondere Hinweise.

(Das Literaturverzeichnis für den chemischen Teil ist am Schluß besonders aufgeführt.)

1. Kawai, Die Unterscheidungsmerkmale d. wichtigeren in Japan wachsenden Laubhölzer. 1. S. 132; 2. S. 113, Taf. IX, Abb. 125; 3. S. 106, Taf. VIII, Abb. 14; 4. S. 129, Taf. XI, Abb. 60.
2. Mayr, H., Fremdländische Wald- u. Parkbäume für Europa. 1906. 1. S. 462; 2. S. 470; 3. S. 480, Taf. XVIII, Abb. 35; 4. S. 479; 5. S. 491, Abb. 214; 6. S. 495, Taf. XIX, Abb. 40; 7. S. 446; 8. S. 453, Abb. 172; 9. S. 468, Abb. 189; 10. Taf. XVI, Abb. 25; 11. S. 454, Abb. 174; 12. S. 455; 13. Taf. XVIII, Abb. 33; 14. Taf. XX, Abb. 43; 15. Abb. 165; 16. S. 438, Abb. 158; 17. S. 466, Taf. XVII, Abb. 30; 18. S. 470, Abb. 193; 19. S. 488, Taf. XIX, Abb. 38; 20. S. 457, Taf. XVI, Abb. 26; 21. S. 464, Taf. XVII, Abb. 29; 22. S. 463, 121, Abb. 32; 23. S. 517; 24. S. 315 ff., Taf. I, Abb. 9; 25. S. 496; 26. S. 417, Taf. VIII, Fig. 16; 27. S. 398, Taf. VIII, Abb. 14; 28. S. 318, Abb. 99; 29. Taf. VII, Abb. 9; 30. S. 266 ff.; 31. S. 424 ff., Taf. X, Abb. 22; 32. S. 368, Taf. VIII, Abb. 13; 33. S. 385, Taf. VII, Abb. 12.
3. Nördlinger, H., Die technischen Eigenschaften der Hölzer. 1859/1860. 1. S. 513; 2. S. 541.
4. Molisch, Mikrochemie der Pflanze. 1. S. 272; 2. S. 163.
5. Wilhelm, K., v. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, II. Band, 3. Aufl. 1918. 1. S. 506; 2. S. 510; 3. S. 511; 4. S. 512; 5. S. 514; 6. S. 515; 7. S. 516; 8. S. 517; 9. S. 519; 10. S. 520; 11. S. 521; 12. S. 521; 13. S. 522; 14. S. 523; 15. S. 524; 16. S. 525 bis 532; 17. S. 533; 18. S. 535; 19. S. 536; 20. S. 536; 21. S. 538; 22. S. 540; 23. S. 542; 24. S. 543; 25. S. 548—550; 26. S. 550; 27. S. 551; 28. S. 552; 29. S. 553; 30. S. 554; 31. S. 555; 32. S. 557; 33. S. 558; 34. S. 560; 35. S. 562; 36. S. 564; 37. S. 566; 38. S. 567; 39. S. 568; 40. S. 569; 41. S. 570; 42. S. 571; 43. S. 571; 44. S. 572; 45. S. 572; 46. S. 573; 47. S. 574; 48. S. 575; 49. S. 580; 50. S. 581; 51. S. 583; 52. S. 585; 53. S. 586; 54. S. 588; 55. S. 589; 56. S. 590, 592; 57. S. 592; 58. S. 593; 59. S. 595; 60. S. 597; 61. S. 597; 62. S. 598; 64. S. 602; 65. S. 604; 66. S. 606; 67. S. 608; 68. S. 610; 69. S. 615; 70. S. 616; 71. S. 617; 72. S. 619; 73. S. 621; 74. S. 624; 75. S. 625; 76. S. 626; 77. S. 627; 78. S. 630; 79. S. 631; 80. S. 631; 81. S. 632; 82. S. 633; 83. S. 634; 84. S. 635; 85. S. 636; 86. S. 638; 87. S. 639; 88. S. 640; 89. S. 643 bis 646; 90. S. 646; 91. S. 649; 92. S. 650; 93. S. 652; 94. S. 654; 95. S. 656; 96. S. 658; 97. S. 659; 98. S. 660; 99. S. 661; 100. S. 662; 101. S. 663; 102. S. 666; 103. S. 667; 104. S. 668; 105. S. 669; 106. S. 671; 107. S. 672; 108. S. 674; 109. S. 676; 110. S. 678; 111. S. 680; 112. S. 681; 113. S. 682; 114. S. 684; 115. S. 686; 116. S. 688—697; 117. S. 697; 118. S. 698; 119. S. 699; 120. S. 700; 121. S. 700; 122. S. 702; 123. S. 704; 124. S. 706—712; 125. S. 712; 126. S. 713; 127. S. 715; 128. S. 716; 129. S. 717; 130. S. 718; 131. S. 720; 132. S. 721; 133. S. 723; 134. S. 725; 135. S. 727; 136. S. 728; 137. S. 731; 138. S. 732; 139. S. 734; 140. S. 736; 141. S. 740; 142. S. 741; 143. S. 742; 144. S. 743; 145. S. 744; 146. S. 745; 147. S. 747; 148. S. 749; 149. S. 751; 150. S. 792; 151. S. 806; 152. S. 501; 153. S. 501; 154. S. 492; 155. S. 493; 156. S. 481; 157. S. 476; 158. S. 478; 159. S. 475; 160. S. 474; 161. S. 483; 162. S. 485; 163. S. 485; 164. S. 487; 165. S. 488;

166. S. 489; 167. S. 491; 168. S. 492; 169. S. 500; 170. S. 499; 171. S. 498; 172. S. 497; 173. S. 496; 174. S. 494; 175. S. 819; 176. S. 821; 177. S. 824; 178. S. 753—805; 179. S. 789.

6. Stone, The Timbers of Commerce and their identification. London 1895 und 1904. 1. S. 1; 2. Taf. XI, Abb. 99; 3. S. 79, Taf. V, Abb. 43; 4. Taf. XII, Abb. 102; 5. Taf. XXIII, Abb. 182; 6. Taf. XII, Abb. 103; 7. S. 189, Taf. XVIII, Abb. 158; 8. Taf. X, Abb. 90; 9. S. 61, Taf. V, Abb. 37; 10. Taf. IV, Abb. 36; Taf. XXII, Abb. 176; 11. Taf. VI, Abb. 54; 12. S. 61. 7; 13. S. 91 ff.; 14. Taf. VI, Abb. 50; 15. Taf. IV, Abb. 35; 16. Taf. II, Abb. 16; 17. Taf. II, Abb. 17; 18. Taf. II, Abb. 14; 19. Ausgabe 1904; 20. Taf. II, Abb. 18; 21. Taf. III, Abb. 1; 22. Taf. XII, Abb. 105; 23. Taf. III, Abb. 27; 24. Taf. IV, Abb. 34; 25. Taf. I, Abb. 6; 26. Taf. IX, Abb. 74; 27. Taf. VIII, Abb. 65—69; 28. S. 115—117; 29. S. 139, Taf. IX, Abb. 76; 30. S. 148, Taf. X. Abb. 83; 31. Taf. X, Abb. 84; 32. Taf. X, Abb. 86; 33. Taf. XI, Abb. 94.

7. Hanausek, T. F., Großeinkäufer für Reederei u. Industrie, Nr. 1. Hamburg 1913. 1. S. 5; 2. Abb. 3 u. 4.

8. Chevalier, A. M., 1. Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française. Fasc. IX. 1917. La Forêt et les bois du Gabin. Paris. 2. Fasc. V (1909).

9. Büsgen, M., Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten, 2. Heft, 1910. 1. S. 75 u. 96; 2. S. 96, Nr. 39; S. 97, Nr. 55, Taf. I, Abb. 3; 3. S. 95, Nr. 13; 4. S. 95, Taf. I, Abb. 11; 5. S. 96 u. 97; 6. S. 92; 7. S. 96; 8. S. 93; 9. S. 74 u. Taf. I, Abb. 9; 10. Taf. I, Abb. 12; 11. S. 84, 93, 98 (Nr. 62, Abb. 12); 12. S. 96; 13. S. 96, Nr. 26; 14. S. 93; 15. S. 97 u. 98; 16. S. 95, Nr. 15.

10. Jentsch, Der Urwald Kameruns. Tropenpflanzer. Jahrg. XV. 1. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 158. Taf. II, Abb. 15; 2. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 176, Taf. V, Abb. 66; 3. Nr. 3, 1911, Beiheft, Taf. IX; 4. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 150, Taf. I, Abb. 7; 5. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 146, Taf. I, Abb. 11; 6. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 166, Taf. III, IV; 7. Nr. 1—2, 1911, Beiheft, S. 154 u. Taf. I, Abb. 6; 8. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 162; 9. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 171; 10. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 161 u. Taf. II; 11. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 161, Taf. III, Abb. 103; 12. Nr. 3, 1911, Beiheft, Taf. VII u. Taf. I. Abb. 59; 13. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 180, Taf. V, 3; 14. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 178, Taf. V; 15. Nr. 3, 1911. Beiheft. S. 163, Taf. III, Nr. 10; 16. Nr. 3, 1911. Beiheft, S. 160, Taf. II; 17. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 163, Taf. II, Taf. III, Abb. 104; 18. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 155, Taf. II, Abb. 56; 19. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 174, Taf. IV; 20. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 175, Taf. VI; 21. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 152, Taf. I; 22. Nr. 3, 1911, Beiheft, S. 164, Taf. III.

11. Gilg, E., Notizblatt bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. 1. V **45** (1909), 124; 2. V **45** (1909), 126; 3. V, **45** (1909), 123; 4. V, **45**, 129.

12. Semler, H., Tropische u. Nordamerikan. Waldwirtschaft u. Holzkunde. Berlin 1888. 1. S. 673; 2. S. 498; 3. S. 499; 4. S. 502; 5. S. 503; 6. S. 505; 7. S. 703; 8. S. 701; 9. S. 693; 10. S. 683; 11. S. 580; 12. S. 683; 13. S. 696; 14. S. 636 ff.; 15. S. 666 ff.; 16. S. 553; 17. S. 634; 18. S. 556; 19. S. 706 ff.

13. Knoblauch, E., Anatomie des Holzes der Laurineen. Flora **71** (1888). 1. S. 389; 2. S. 398; 3. S. 339 ff. u. 381; 4. S. 391 ff.; 5. **46** (1888), 339 ff.

14. Janssonius, H. H., Mikrographie einiger technisch wichtiger Holzarten aus Surinam. Verhandl. Kgl. Ak. d. Wiss. Amsterdam 1914. 1. II, Teil 18, Nr. 2; 2. II, Teil 18, Nr. 2, S. 41 ff.; 3. II, Teil 18, Nr. 2, S. 46.

15. Matthes u. Schreiber, Über hautreizende Hölzer. In Ber. dtsch. Pharmaz. Ges. **24**, Heft 7/8 (1914). 1. S. 441; 2. S. 385; 3. S. 385 ff.; 4. S. 393; 5. S. 429; 6. Taf. VI; 7. Taf. V, VI (I. flav.).

16. Nestler, Ber. dtsch. Bot. Ges. 1. Jahrg. **29** (1911), 672; 2. Jahrg. **30** (1912), 120.

17. Krais, P., Gewerbliche Materialkunde **I**. Die Hölzer. 1910. 1. S. 490; 2. S. 611; 3. S. 486; 4. S. 360; 5. S. 489; 6. S. 489; 7. S. 43; 8. S. 45, 47, 236, 239, 242; 9. S. 45; 10. S. 239; 11. S. 702.

18. Burgerstein, Vergleichende histolog. Untersuchungen des Holzes der Pomaceen. Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss. Wien. Math.-nat. 1. CI, CIV, Abtlg. 1, 1895. 2. S. 46 [768].

19. Hanausek, E., Technologie d. Drechslerkunst. Wien 1897. 1. S. 24 u. 25; 2. S. 48.

20. Harms, H., Einige Nutzhölzer Kameruns. Notizblatt Kgl. bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. Appendix 21, Nr. 2 (1911). 1. S. 17; 2. S. 22; 3. S. 28; 4. S. 39 ff. (mit Abbildg.); 5. S. 52; 6. S. 54; 7. S. 70, mit Abbildg. S. 73.

21. Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. 1. III, 3, S. 120; 2. III, 4—5, S. 269; 3. III, 7, S. 11; 4. IV, 1, S. 164; 5. IV, 3a, S. 168; 6. Ergänzungsheft II, S. 170.

22. Moll u. Janssonius, Mikrographie des Holzes usw. **2**, **4** u. **5**. 1. S. 163 ff.; 2. S. 125, Abb. 160; 3. S. 64; 4. S. 323 ff.; 5. S. 59 f.; 6. **2**, S. 77; 7. **2**, S. 213; 8. **2**, S. 468; 9. S. 136 f.; 10. **1**, S. 399 f.; 11. **1**, S. 272, Abb. 34; 12. **2**, S. 72; 13. **1**, S. 491.

23. v. Wiesner, Rohstoffe d. Pflanzenreiches, I. Aufl. 1. S. 557; 2. S. 155; 3. S. 577; 4. S. 584; 5. S. 629 ff.

24. Blits, Bull. v. h. Kolon. Mus. Haarlem, Juli 1898. 1. **19**, S. 35; 2. **19**, S. 23; 3. **19**, S. 19 ff.; 4. **19**, S. 49.

25. Bargalgi, G.-Petrucci, Sulla struttura dei legnami vaccolti in Borneo, in Malpighia. 1. 17 (1903), S. 280, Taf. VI; 2. 17 (1903), 337, Taf. XI.

26. Gürke, Bericht über d. dtsche. Kolonialausstellung in Berlin 1897; S. 344.

27. Busch, P., Tropenpflanzer **15** (1911). 1. S. 492; 2. S. 435; 3. S. 479.

28. Praël, Untersuchungen über Schutz und Kernholz der Laubbäume. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botan. XIX (1888). 1. S. 1 ff.; 2. S. 14; 3. S. 17; 4. S. 18; 5. S. 38 f., S. 73; 6. S. 45.

29. Pereira, Huascar, The Timber Trees of the State of São Paulo. Brazil.

30. Berg, Pharmazeut. Warenkunde. 1. 1. Teil (1864); 2. 1. Teil (1864), 151.
31. v. Höhnel, Beiträge zur technischen Rohstofflehre, Dinglers Polyt. Journ. 253. Bd. Jahrg. 1880, S. 74.
32. v. Vogl, Untersuchungen üb. d. Bau u. d. mikrochem. Verhalten der wichtigsten Farbhölzer des Handels, Lotos. 1. Märzheft 1873.
33. Sadebeck, Die wichtigeren Nutzpflanzen u. deren Erzeugnisse aus den deutschen Kolonien. Jahrb. d. Hamburgischen wissensch. Anstalten. 1. 3. Beiheft, 14 (1896), S. 124; 2. (1897), 125 f. u. Fußnote 3.
34. Brick, C., Beitrag zur Kenntnis u. Unterscheidung einiger Rothölzer. Jahrb. d. Hamburger wissensch. Anstalten. 1. 6, 1889 dort weitere Literaturangaben; 2. 6, 1889 zahlreiche Literaturangaben; 3. 6, 1889, S. 8.
35. Taubert, Engler-Prantl. Pflanzenfamilien. III, 3, S. 199.
36. Unwin, H., Report on the afforestation of Togo with Teak and African timber Trees. London 1912.
37. Flückinger, Pharmakognosie d. Pflanzenreiches. 3. Aufl. 1891. 1. S. 501—505; 2. S. 489; 3. S. 492.
38. Jaenisch, Th., Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer. Bericht dtsch. bot. Gesell. II (1884), 279.
39. Strasburger, E., Bau u. Verrichtungen der Leitungsbahnen 1891. 1. S. 187 ff.; 2. S. 188 f.; 3. S. 184; 4. S. 185; 5. S. 179. 181.
40. Beauverie, J., Le bois. Paris 1905. 1. Fasc. I u. II; 2. II, S. 941; 3. II, S. 866.
41. Gamble, J. S., A Manual of Indian Timbers. Calcutta, 1881 u. 1902.
42. Müller, K., Praktische Pflanzenkunde. Stuttgart 1884. 1. S. 291; 2. S. 280; 3. S. 295.
43. Hanausek, T. F., Papierfabrikant. 1. Heft 4 (1914), 4; 2. Zur Mikroskop. einig. Faserstoffe, Heft 4 (1914), 8; 3. Heft 4 (1914), 3; 4. Fest- und Auslandsheft 1913, Abb. 22; 5. Heft 27 (1913), Abb. 23; 6. Heft 27 (1912), 774; 7. Heft 27 (1913); 8. (1913), Abb. 21; 9. Fest- u. Auslandsheft 1914.
44. Burgerstein, Anatom. Untersuchungen argentinischer Hölzer. Annal. nat. hist. Hof. mus. Wien. 1. 26 (1912), S. 19 u. 20 des Sonderabdruckes; 2. 26.
45. Unwin, H., Bulletin of the Imperial Institute, Vol. VIII (1910), 244.
46. Beauverie, J., Les bois industriels. Paris 1910; 2. S. 248.
47. Sim, T.R., Forest Fl. and Forest Ressources of Portuguese East Africa. Aberdeen 1909.
48. Fällt aus.
49. Fällt aus.
50. Engler, A., Die Pflanzenwelt Ostafrikas. 1. S. 291; 2. S. 309.
51. Engler, A., Notizblatt Bot. Gart. u. Mus. Berlin, II (1898), Nr. 2, S. 52.
52. Warburg, O., Tropenpflanzer. 1. I (1897), Nr. 12, S. 318; 2. I (1897), Nr. 3, S. 61.
53. Busse, Tropenpflanzer. 1. X (1906), Beiheft, S. 232; 2. S. 253.
54. Volkens, Nutzhölzer Togos in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Bln. 1. App. XXII (1909), 3; 2. S. 27; 3. S. 26.
55. Mathieu, Flore forestière, IV (1897). 1. S. 291; 2. S. 403; 3. S. 108; 4. S. 211—212.
56. Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. 1899. 1. S. 805; 2. S. 888; 3. S. 312.
57. Hempel u. Wilhelm, Bäume u. Sträucher des Waldes. Wien 1889—1900. 1. II, S. 12; 2. I, S. 64 ff.
58. Fällt aus.
59. Sawer, J. Ch., Odographia, a natural history of raw materials and drugs used in the parfum industry etc. London 1892. 1. S. 318; 2. S. 319; 3. S. 320; 4. S. 326.
60. Petersen, A., Contribution to the knowledge of Sandalwoods. The Pharmaceutical Journal and Transactions. London. 1. XVI (1885—1886), 757; 2. XVI (1885—1886), 758; 3. XVI (1885—1886), 759, Abb. 4; 4. XVI (1885—1886), 761, Abb. 9.
61. Kirkby, Sandal wood. in The Pharmaceutical Journal and Transactions. London. 1. XVI (1885—1886), 857; 2. XVI (1885 bis 1886), 859.
62. Mayr, H., Die Waldungen von Nordamerika usw. München 1890. 1. S. 179; 2. S. 109; 3. S. 120.
63. Rock, J. F., The Sandal woods of Hawaii. A revision of the Hawaian species of the genus Santalum. Board of Agriculture and Forestry. Botanical Bulletin No. 3, 1916.
64. Abromeit, I., Über die Anatomie des Eichenholzes. In Pringsheims Jahrbüchern für wiss. Bot. XV (1884), S. 209.
65. Hartig, R., Untersuchungen des Baues und der technischen Eigenschaften des Eichenholzes. In Forstlich-naturwissensch. Ztschr. 4 (1895), S. 49.
66. Proom, The medullary rays of Fagaceae. Ann. Bot. XXVI. 1. S. 104; 2. S. 1124 bis 1125. Ref. Bot. Zentralbl. 122 (1913), 385.
67. Bailey, Irving, W., The preservative Treatment of wood. Repr. from the Forestry Quarterly. 1. 1913; 2. Vol. VIII (1910), No. 2.
68. Roth, F., Timber. An elementary discussion of the characteristics and properties of wood. U. St. Depart. of Agricult. Bull. No. 10. Washington 1895.
69. Hanausek, T. F., Nutzhölzer. In Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. II. Aufl. Stuttgart—Leipzig. 1. S. 695; 2. S. 684.
70. Hartig, R., u. Weber, R., Das Holz der Rotbuche. Berlin 1888, S. 31 ff.
71. Tuzson, J., Über die spiralige Struktur von Zellwänden in den Markstrahlen des Rotbuchenholzes. Ber. Bot. Ges., 21 (1903), 276.
72. Booth, I., Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland.
73. Schwappach, Baumgewicht u. Druckfestigkeit des Holzes der Waldbäume. 1891.
74. Weise, Das Vorkommen gewisser fremdländischer Holzarten in Deutschland. 1882.
75. Emerson, A report on the trees and shrubs growing naturally in the forests of Massachusetts, S. 169.
76. Houba, Les chênes de l'Amérique septentrionale en Belgique, S. 54 ff.
77. Eichhorn, Untersuchungen über das Holz der Roteiche. Inaug.-Diss. München 1895.

78. Hartig, R., Untersuchungen über Wachstumsgang u. Ertrag der Eichenbestände des Spessarts. Forstl. naturw. Zeitschr. 1893.
79. Hartig, R., Untersuchungen über die Entstehung und die Eigenschaften des Eichenholzes (1894), Heft 1, 2, 4, 5.
80. Freyn, Österr. botan. Z. (1877), 26.
81. Paessler, I., Mitteilungen aus der deutschen Versuchsanstalt für Lederindustrie. Freiburg—Berlin 1916.
82. Burgerstein, Denkschriften mathem. naturw. K. K. Ak d. Wiss. Wien, 1. **84** (1909). 490; 2. **84** (1909), 475 (Calapect. w.); 3. S. 468 ff.
83. Forest Service U. St. Dep. of Agricult. Bull. 80. Washington 1910.
84. Burgerstein, Diagnostische Merkmale der Markstrahlen von Populus und Salix Ber. Bot. Ges. **29** (1911) 679 ff.
85. Piccioli, L., I caratteri anatomici per conoscere i principali legnami adopterati in Italia. Boll. dei Laborat. et orto botanico Siena (1906). 1. S. 144, Abb. 95 u. 96; 2. S. 143 ff.
86. Weigle, W. G. u. Frothingham. The Aspens: their growth and management. Bulletin No. 93, U. St. Dep. of Agricult. Forest Service. Washington 1911.
87. Hess, R., Die Eigenschaften u. das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten. 3. Aufl. Berlin 1905.
88. Brandis, D., Indian trees, and account of trees shrubs, woody climbers, bamboos and palms etc. London 1906.
89. Brush. Warr. D., Utilization of Black Walnut. Bull. No. 99, Forest Service U. St. Dep. of Agricult. 1921.
90. Kny, L., Ein Beitrag z. Kenntnis der Markstrahlen dicotyler Holzgewächse. Ber. dtsch. bot. Ges., **VIII** (1890), 176 ff. (mit Abb.).
91. Herrmann, H., Vgl. Holzanatomie der Pappeln u. Baumweiden. Bot. Arch. II (1922), 35 u. 79.
92. v. Schrötter, H., Notizen zur Technologie einiger Hölzer des Südens. Tagebuchblätter einer Jagdreise weiland des Prinzen Georg Wilhelm, Herzog zu Braunschweig und Lüneburg, von Khartoum an den oberen Nil. Wien 1915.
93. Howard, A., A manual of the Timbers of the World, their characteristics and uses. London 1920.
94. Vadas, E., Beiträge zur Anatomie des Robinienholzes. Nat.-wiss. Ztschr. f. Land u. Forstwirtsch. (1905), 303.
95. Schlomann, A., Werkzeugmaschinen f. Metall- u. Holzbearbeitung. Berlin.
96. Baterden, I. R., Timber. London 1908.
97. Commissao d'Expansão Economica do Brazil. „Brasil Woods".
98. Wiehe, E., Fremde Nutzhölzer 1912.
99. Pittier, H., Esbozo de las Formaciones vegetales de Venezuela. Caracas 1920.
100. Boulger, G. S., Wood. A manual of the natural history and industrial applications of the timbers of commerce. London 1908.
101. Laris, E., Rohholzgewinnung u. Gewerbeeigenschaften des Holzes. Wien—Leipzig 1910.
103. Plasschaert, E. K., Der Forstbetrieb in Surinam.
104. Gaunersdorfer, I., Kernholz von *Laburnum vulgare*. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss., 1. Abtlg., Jännerheft 1882, S. 34.
105. Printz, E., Die Bau- und Nutzhölzer. Leipzig 1908.
106. v. Höhnel, Über stockwerkartig aufgebaute Holzkörper. Sitzber. d. K. Ak. d. Wiss. Bd. **89** (1884), 1. Abtlg.
107. Stone, H., Les bois utiles de la Guyane Française. Ann. Mus. col. Marseille 1920, S. 1—98.
108. Laris, E., Nutzholz liefernde Holzarten. Wien—Leipzig 1910. 1. S. 177; 2. S. 151; 3. S. 149.
109. Fawcett, W., Bull. of. Bot. Dep. Jamaica. IV (new series 1897), 73, V (1898), 201.
110. Fällt aus.
111. Foxworthy, Indo-Malayan Woods. The Philippine Journ. of Scienc. C. Bot. Vol. IV, No. 4 (1909).
112. Record, S. I., Lignum vitae; A study of the woods of the Zygophyllaceae etc. Yale Univ. School. Forest. Bull. **6** (1921), New Haven.
113. Schomburgk, Versuch einer Fauna u. Flora von Britisch Guyana. Leipzig (1848), 850, 1012.
114. Fällt aus.
115. Harshberger, J. W., Phytogeographic survey of North America. Vol. XIII of „Die Vegetation der Erde". Leipzig—New York 1911, S. 664.
116. Gilg, E., Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin 1922.
117. v. Hutten, U., De Guaiaci medicina et morbo gallico liber unus. Moguntiae 1519.
118. Harris, G., The West Indies as an Export field. Special Agts. Ser. 141, Dept. of Commerce. Washington 1917, S. 52.
119. Brush, W., Murphy, L., Mell, C., Trees of Porto Rico. Murphy Bull. No. 354. U. St. Dep. Agr. App. I to »Forests of Porto Rico«. Washington 1916.
120. Hanburg, D., Pharmacographia in Great Britain and British India. London 1879, S. 101.
121. Candido de Souza Brito, E., Zonas naturas de produccao brasilera em suas sclacoes botanicas e dendrologicas. Bol. Min. da Agric., Indust. e Comm. Rio de Jan. 1912, S. 81.
122. Sargent, Ch., The silva of North America. Bost. a. New York. 1. (1894), Vol. I, VI (1894); 2. (1897), Vol. XI; 3. (1896), Vol. X; 4. Vol. IX, S. 51.
123. Mell, C. D., Cabinets woods of the future. Chicago 1910.
124. Jordan, F. C., Commercial woods of Mazatlan district. Commerce Reports. Washington 1918, No. 126.
125. Baker, R., The hardwoods of Australia and their economics. Tech. Ed. Ser. 23, Tech. Mus. N. S. W. Sydney 1919.
126. Stone, H., u. Freemann, W., The timbers of British Guiana. London 1914.
127. Engelmann, G., Memoir of a tour to northern Mexiko connected with Col. Daniphasós expedition in 1846 u. 1847. Botanical appendix. A. Wizlizenus. Sen. Musc. Doc. 26, 30 th Congr. (1848), 113.

128. Castro, E. B., Las maderas Argentinas; su importance industrial. Rosario 1918.
129. Planchon et Triana, Prodromus florae Novo-Granatensis etc. Ann. Sc. Nat. Bot. 15, 352—382 (1872).
130. Huber, I., Bol. de Museu Goeldi (Mus. Paraense) de Historia natura e Ethnographia, VI. Para (1910), 179—180.
131. Sievers, Die Cordillere von Mérida usw. Geograph. Abh. D. A. Penkt, Wien. 3, I, 174 (1888), 194.
132. Flückinger, Pharmakographia in Great Britain and British India, S. 102.
133. Hernandez, F., Nova plantarum animal. et mineral. Mexicanorum hist. Romae 1651, fol. 63.
134. Spegazzini, C., Maderas Exposition International de Agricultura de 1910. Argentinia 397.
135. Gildemeister, E. u. Hoffmann, Fr., The volatile oils. Am. ed. Milwaukee (1900), 453.
136. Venturi, S. u. Lillo, M. Contribucion al conocimiento de los arboles de la Argentina. Buenos Aires 1910, S. 105.
137. Miers, J., A Catalogue of the Woods of Brazil. M. S. Library of the Herbarium of the Natural Hist. Mus. London.
138. v. Vogl, Zur näheren vergleichend-histologischen Kenntnis des Bitterholzes. Verhdl. K. K. zool. bot. Ges. Wien 1864, S. 522.
139. Meyer, A., Wissenschaftl. Drogenkunde. Berlin 1892, S. 163 ff.
140. Zimmermann, E., Deutschlands Holzversorgung nach dem Kriege und die tropisch. Edelhölzer. Koloniale Wirtsch. Berlin 1918.
141. Record, S. J., Mahogany and some of its Substitutes. Journ. of Forest. Vol. **XVII** (1919), No. 1.
142. Dixon, Mahogany and the recognition of some of the different kinds by their microscopic character. The Scient. Proceed. of the Royal Dubl. Soc. Vol. XV, No. 34 (1918).
143. Harms, H., Übersicht über die Mahagoni liefernden Meliaceen Afrikas. Sonderabdruck Notizblatt bot. Mus. Berlin, Nr. 65, Bd. VII (1917).
144. Mell, C. D., True Mahogany. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. 474 (1917).
145. Harms, H., Bearbeitung der von I. Mildbraed gesammelten Meliaceen. Wiss. Ergebn. d. dtsch. Zentr. Afr. Exp. 1907—1908 usw. II (1912), 429—435.
146. Unwin, H., West African Forests and Forestry. London 1921.
147. Elwes u. Henry, Trees of Great Britain and Ireland.
148. Koorders, H., Plantkundig Woordenboek voor de Boomen van Java. Medeteelingen uit's Lands Plant, No. XII. Batavia 1894, S. 36, 37, 73.
149. Ward, M., Timber and some of its diseases. London 1889.
150. Chaloner and Fleming, The Mahogany Tree. Liverpool 1850.
151. Dixon, Proc. Royal Soc. London. Ser. B. Vol. 83 (1911), 287—300.
152. Großmann, J., Gesundheitschädliche Holzarten. Holzkäuf. Zentralblatt für Holzhandel. Leipzig, Nr. 100 (1920).
153. Record, S. J., Boxwood of Commerce. New York 1912. Contribution from the Yale School of Forestry, No. 14 u. Bull. Torrey. Bot. Club. 48 (1922).
153a. Record, S., El futuro de los bosques de America. tropical. La Hacienda (Buffalo) 16 : 13 : 405—409 (1921).
154. Ernst, A., Notiz im Bot. Ztrbl. 1880.
155. Sprague and Boodle, Westindian Box wood. Rew. Bull. of miscell. inform. 1914.
156. Müller, J. F., Hamburg als Markt für überseeische Hölzer, 1795—1920. Hamburg 1920.
157. Record, S. J., The wood of the Venezuelan Mahogany. Contribution from the Yale School of Forest. No. **16** (1921).
158. Thompson, H. N., Gold Coast. Report on Forests Colon. Reports. Micellan. London 1910.
159. Thompson, H. N., The Forests of Southern Nigeria. Journ. Afr. Soc. 1911.
160. Jean, F., Bull. soc. bot. **28** (1875), 6.
161. Poeschel, The Forestal. Tropenpflanzer 1917, No. 8.
162. Lütgens, R., Beiträge zur Kenntnis des Quebrachogebietes in Argentinien u. Paraguay. In Mittl. d. geograph. Ges. Hamburg. XXV (1911).
163. Rouget, F., L'Afrique Equatoriale Française I, Les Bois. Office Coloniale 1917.
164. Gaisser, Mitteil. a. d. dtsch. Schutzgeb. 25, 4 (1912), 287.
165. Zimmermann, A., Tropische Nutzhölzer. II, aus »Pflanzer« (1906), 167—168; IV (1908), 29—31 u. VII (1911).
166. Pulle, Neue Beiträge zur Fl. Surinams I. Rec. d. Trav. Bot. Néerlandais, Vol. IV (1907), 136.
167. Dettmann, E., Das moderne Brasilien. Berlin 1912.
168. Sudworth, G., u. Mell, C. D., Colombian Mahogany, its characteristics and its use as a Substitute for true mahogany. U. St. Dep. of Agric., Forest Serv. Circ. **185** (1911).
169. Mc Clatchie, A. J., Eucalypts cultivated in the United States. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. 35. Washington 1902.
170. Mueller, F. v., Select extratropical plants. Sydney 1881.
171. Staerker u. Fischer, Australische Hölzer u. deren Verwendung, nebst Auszug aus dem Protokoll üb. Materialprüf. im Masch. Baulab. I. Dresden, Leipzig u. Sydney 1900.
172. Sertorius, A., Beiträge zur Kenntnis d. Anatomie der Cornaceae. Dissert. München 1893.
173. Guttenberg, H. v., Beiträge zur Kenntnis südösterreichischer Holzarten. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, 3. Jahrg. (1877), 323.
174. Molisch, Anatomie des Holzes der Ebenaceen und ihrer Verwandten. Sitzungsber. K. Akad. d. Wiss. LXXX (1879), Abtlg. I, Juliheft.
175. Bělohoubek, In Sitzber. K. böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag 1883, S. 384.

176. Dafert u. Miklauz, Denkschr. Kais. Akad. d. Wiss. Wien 1911, Bd. 87, S. 143.
177. Murphy, L. S., Forests of Porto Rico.
178. Wright, H., The *Genus Diospyros* in Ceylon, its Morphol., Anatomy and Taxonomy. Ann. Roy. Bot. Gard. Paradeniya 1904/1905.
179. Whitford, H. N., Tropical forests and the war. Journ. Forestry (Washington) **16**, 507—522.
180. Kohl, G. F., Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der Oleaceae. Inaug.-Diss. Leipzig 1881.
181. Gayer-Fabricius, Forstbenutzung. Berlin 1919.
182. Bary, de, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane 1877.
183. Gaunersdorfer, J., Beiträge z. Kenntnis der Eigenschaften u. Entsteh. d. Kernholzes. Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. LXXXV (1882). 1. Abtlg. Jännerheft.
184. Hartig, R., Die Spaltung der Ölbäume. Forstl. naturw. Zeitschr., 2. Jahrg. 1892.
185. Miquel, Sumatra.
186. Cordes, De Djati-boschen op Java. Batavia 1881. Beiheft zum Tropenpflanzer, Nr. 5 (1907).
187. Brandis, Über die Bewirtschaftung der hinterindischen Teakwälder. Dtsch. Kolonialblatt **IX** (1898), Nr. 10.
188. Büsgen, Eigenschaften u. Produktion des Java Teak oder Djati. Tropenpflanzer **11** (1907), Beihefte, 341—377.
189. Lashington, P. M., Report and Working Sheme of the Nilambur. Teak Plantation in The Agricult. Ledger 1897, No. 14; Just Bot. Jahresber. **II** (1898), 128.
190. Büsgen, Forstwirtschaft in Niederländisch-Indien. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1904.
191. Nirschl, J., Die Forstwirtschaft in Niederländisch-Indien. Leipzig 1920.
192. Smith, F. H., Teak in Siam and Indo China.
193. Koorders u. Valeton, Bijdragen tot de Kennis der Boomsoorten van Java. Med. uits Lands Plantentuin VII.
194. Ber. Pharm. Ges. **24** (1914), Taf. III.
195. Hoogenwerff, Koenig u. Bienfait, Über Heizkraft des Teakholzes. Mittlg. Versuchsanstalt für Baumaterialien. Amsterdam.
196. Crüger, Bot. Zeitung (1857), 304.
197. Thoms, Ber. Chem. Ges. (1877), 2234.
198. Liebig-Kopp, Jahresbericht üb. d. Fortschr. d. Chemie (1879), 937.
199. Pfeiffer, J. Ph., De waarde van wesenschappelijk Onderzoeck voor de Vastelling van technische Eigenschappen van Hout. Amsterdam 1917.
200. Geiger, F., Anatomische Untersuchungen über die Jahrringbildung v. *Tectona grandis*. Jahrb. f. wiss. Bot. **55** (1915), 521—607.
201. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie, S. 114.
202. Ples-Kopp-Will, Jahresb. über die Fortschritte der Chemie, 1860, S. 531.
203. Rumphius, Het amboinsch Kruidbock III, 34.
204. Duyfjes, Katalog des Haarlemer Kolonialmuseums.
205. Hosseus, C. C., Beihefte zum Tropenpflanzer, Heft 8 (1907).
206. Chevandier et Wertheim, Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois. Paris 1848.
207. Fowke, Tables of Results of a Series of Experiments on the strength of British Colonial and other woods. London 1867.
208. Exner-Janka, Die technischen Eigenschaften der Hölzer in Loreys Handbuch der Forstwissenschaft, III. Aufl. (1912), **2**, 342—442.
209. Pomrenke, W., Arbeiten aus dem Kgl. Bot. Gart. zu Breslau, **1**, Heft 1 (1892), 60.
210. Czapek, Biochemie der Pflanzen **II**, 594.
211. Tunmann, Der mikrochemische Nachweis des Lapachols. Apoth.-Zeitung, Berlin **30** (1915), Nr. 8, S. 50 ff.
212. Wildemann, E. de, Revue d. cult. colon. IX, 1901. Refer. in Just Bot. Jahresber. **II** (1902), 864.
213. Michael, Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der Compos., Caprifol. und Rubiaceae. Diss. Leipzig 1885.
214. Luerssen, Handbuch der system. Bot. **2**.
215. Mildbraed, Notizbl. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, **6**, Nr. 53 (1914), 74 ff.
216. Tropenpflanzer. 1. **23** (1920), 100; 2. **24** (1921), 158; 3. **14** (1910), 346.
217. Nevermann, F., Das Balsaholz. Tropenpflanzer **25** (1922), 49.
218. Heineck, O., Warum ist das Balsaholz so leicht? Umschau **26** (1922), 822.
219. Küser, E., Das leichteste Holz (Balsaholz). Umschau **25** (1921), 752.
220. Herrmann, Balsaholz. Dtsch. Forstztg. **38** (1923), 483.
221. Cox, C. E., Note on semal or cottonwood. India Forest. Dept. Forest. Bull. **44** (1921).
222. Gehmacher, A., Über den anat. Bau einiger sogen. Korkhölzer. Mitteil. aus d. Lab. f. techn. Mikrosk. Techn. Hochsch. Wien. Österr. bot. Zeitschr. **5** (1884).
223. Klebahn, Flora (1891), 125.
224. Jaensch, *Herminiera elaphroxylon* G.P.R. Inaug.-Diss. Breslau 1883. Ber. bot. Ges. (1884), 268 ff., Taf. V.
225. Schweinfurth, G., Über die Lebensweise des merkwürd. Ambatschbaumes. Beiträge z. Kenntnis d. Flor. Äthiopiens 1867.
226. Bull. Imp. Inst. London **19** (1921), 10. Ref. in Chem. Ztrbl. **4** (1921), 1018.
227. Schulz, Paul, Das Markstrahlgewebe u. seine Beziehung zu den leitenden Elementen des Holzes. Inaug.-Diss. Berlin 1882.
228. Wilhelm, K., Der innere Bau des Holzes u. die wichtigsten Nutzhölzer, nach äußeren Merkmalen geordnet. In P. Krais Gewerbl. Materialkunde I, Hölzer.
229. Hartig, R., Unterscheidungsmerkmale der wichtigsten in Deutschland wachsenden Holzarten. München 1898, **IV.** Aufl.
230. Nakamura, Über den anatom. Bau des Holzes d. wichtigsten japanischen Koniferen. Unters. forstbot. Inst. München **3** (1883).
231. Gothan, Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer. Abhandl. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanst. Neue Folge, **44** (1905).

232. Tassi, Richerche comparate sul tessuto midollare della conifere etc. Bull. del laborat. et orto bot. R. università di Siena. 1906.
233. Burgerstein, Ber. Bot. Ges. **24** (1906).
234. Burgerstein, Vgl. Anatom. d. Holz. d. Koniferen. Wiesner Festschrift 1908.
235. Rattinger, Nutzhölzer der Vereinigten Staaten **I**, Nadelhölzer. Wiesbaden, Forstbureau Silva, 1910.
236. Fujioka, M., Studien üb. d. anatom. Bau d. Holzes der japan. Nadelbäume. Journ. of the Coll. of Agric. Imp. University of Tokio. Vol. IV, No. 4 (1913).
237. Kleeberg, Die Markstrahlen d. Koniferen. Bot. Ztg. **43** (1885).
238. Thompson, W. P., Origin of ray tracheids in the Coniferae. Bot. Gaz. L. (1910), 101 ff. Refer. Bot. Ztrbl. **116**, 611.
239. Hartig, R., Über Harzgänge. Forstl.-naturwissensch. Ztschr. **IV** (1895), 1 ff.
240. Kraus, G., Zur Diagnostik des Koniferenholzes. Beitr. z. Kenntn. fossiler Hölzer. Abhandl. d. Naturforsch. Ges. Halle. **XVI** (1882).
241. Schultze, E., Über die Größe der Holzzellen bei Laub- u. Nadelhölzern. Inaug.-Diss. Halle 1882.
242. Essner, B., Über den diagnostischen Wert der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Koniferen. Abh. d. Naturf. Ges. Halle. **14** (1882).
243. Piccioli, L., I caratteri per distinguere il legno delle Conifere. Milano 1904.
244. Link, A., Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern. Verhandl. d. nat.-hist.-med. Vereins, Heidelberg (1915). Nr. 7, **13**, 355 ff.
245. Janka, G., Die Härte der Hölzer, Wien 1906, 1915. Mittlg. aus d. forstl. Versuchswesen Österreichs **39** (1915), u. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **XXXII** (1906).
246. Elliot, B., The important Timber Trees of the United States. London 1913.
247. Hough, R. B., The American Woods, illustr. by actual specim. with full text.
248. Schmid, A. (Winterthur), Beiträge zur Kenntnis bolivianischer Nutzhölzer, 1915.
249. Henning, E., Tropenpflanzer **6** (1902), 237.
250. v. Höhnel, Österr. Bot. Ztschr. (1884), 122.
251. Hanausek, E., Zeitschr. für Drechsler, Elfenbeingraveure u. Bildhauer, **2** (1884), 10.
252. Wilhelm, K., Die Anatomie des Holzes der Douglastanne. Österr. Forst-Ztg., **5**, **6** (1886).
253. Hartig, R., Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume, 1885.
254. Schroeder, J., Das Holz der Koniferen. Dresden 1872.
255. v. Wettstein, Die Omorika-Fichte. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Math. nat. Kl. **99**, I (1891).
256. Burgerstein, Vergleich.-anatom. Unters. des Fichten- u. Lärchenholzes. Denkschr. d. math. naturw. Klasse d. K. Akad. d. Wiss. Wien **LX** (1893).
257. Hollendonner, F., Neue Beiträge zur vergl. Histolog. d. Holzes der Fichte u. der Lärche. Math. és Természett Ertesitö **XXIX**. Ref. in Bot. Ztrbl. **2** (1912).
258. Exner-Marchet, Holzhandel und Holzindustrie der Ostseeländer.
259. Any, L., Verteilung des Holzparenchyms bei *Abies pectinata* Kl. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, III. Suppl. Traub-Festschrift **2** (1910).
260. Watt, Diction. of the econom. produits of India. Calcutta 1889—1893.
261. Peckolt, Brasilian. Nutzpfl. Pharmaz. Rundschau. New York 1893.
262. Battiscombe, Agric. Journ. of Brit. East Afr. **II** (1909).
263. Moor, Ch. u. Roth, F., The Timber Pines of the Southern United States, with a discussion of the structure of their wood. U. St. Dep. of Agricult. Divis. of Forestry. Bull. **13** (1896).
264. Wessely, Ausstellungsber. **V**.
265. Rosenthal, Synops. plant. diaphor.
266. Leunis-Frank, Synopsis III. Aufl., **2**.
267. Cooley, Grace, E., Bull. Dep. Agr. Jamaika **II** (1904).
268. Gieseler, »Pflanzer« **II** (1906).
269. Endlich, Zur Kenntn. d. Holzgewächse des Panama-Paraguay-Stromgebietes. Notizbl. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem **4** (1903).
270. Trelease, Minn. Bot. Gard. **VI** (1895).
271. Exner, Japans Holzindustrie, Österr. Monatsschrift f. d. Orient **VII** (1887).
272. Grisard, I., Bull. soc. nat. d'acclimatation de France. Rev. de sc.-nat. appl. **XLIV** (1897).
273. Warburg, O., Die Pflanzenwelt Ost.-Afr. 1895.
274. Semler, H., Trop. Agricultur, II. Aufl., **1** (1897).
275. Grace, E., siehe Cooley (267).
276. Beissner, L., Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1909.
277. Frank, siehe Leunis (266).
278. Mayr, H., Monogr. d. Abietineen des japanisch. Reiches, 1890.
279. Mohr, The Timber pines of the South. Un. Stat. usw. Washington 1896.
280. Hofmann, Armerigo, 1. Aus den Waldungen des fernen Ostens. Wien—Berlin 1913. 2. Zur Frage der Naturalisation japanischer Holzarten in Europa. Mitt. d. dtsch Gesellsch. f. Nat.- und Völkerkunde Ostasiens. X. 3. Die forstl. Produktionsverhältnisse von Korea. Mitt. d. dtsch. Gesellschaft für Nat.- u. Völkerkunde Ostasiens. X.
281. Gordon, M., New. Phytologist **XI** (1912), Nr. 1. Ref. Bot. Ztrbl. 34 (1913), I, **122**, 129.
282. Trimble, Amer. Journ. of. Pharm., vol. LXIX (1897).
283. Hollendonner, F., Botanikai Közleményzek, XI, 2. Ref. Bot. Ztrbl. **120** (1912) u. Bot. Ges. **30** (1912).
284. Boorsma, G. W., Bull. Agric. Ind. Neerland VII (1907).
285. Dankelmann, Ztschr. für Forst- u. Jagdwesen, **XIV** (1882).
286. Peckolt, Th., Pharm. Rundschau, New York, IX (1891).
287. Noothout u. Co., Taysmannia 1896.
288. Lewis, Tropic. Agriculturist, XVIII, No. 5, Nov. 1898. (Referat bei Just (1898), II.
289. Simmonds, Sandal woods and Sandal oil. Pharm. Journ. Suppl. VII (1894—1895).

290. Brown, E., Chemist and Druggist, vol. 5 (1897).
291. Grisard et van den Berghe, Les bois industriels indigènes et exotiques. Tome premier, II. Edition, Paris.
292. Peckolt, Th., Nutz- und Heilpflanzen Brasiliens in Ber. Ph. Ges., VI (s. Just, Bot. Jahresber., Jahrg. 24, 1896, II).
293. Bull. Miscell. Inform. Kew, 1897, No. 130; No. 127, S. 219.
294. Schöpflin, Forstl. Notizen aus Natal. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 1894.
295. Sitzber. k. Akad. d. Wiss., LXXXIV, 1. Abt. (1881).
296. Sawer, Odorographia, 1894.
297. Kew-Bulletin 1894.
298. Veitch, I., New hardy Plants from western China. Beilage zum Pflanzenkatalog vom Herbst 1911. (James Veitch a. sons. Chelsea, London.)
299. Wassujewski, I., Nach dem Referate in Just, Bot. Jahresber., Jahrgang 21 (1893) I, 580, Nr. 118.
300. v. Guttenberg, Ztrbl. f. d. ges. Forstwesen, Jahrg. II (1876).
301. Mismahl, F., Hölzer des Ostusambara-Urwaldes. Tropenpflanzer, V (1901).
302. Engler u. Harms, Notizbl. bot. Gart. u. Mus. zu Berlin, Bd. II, Nr. 15 (1898).
303. Notizblatt bot. Gart. u. Mus. Berlin, II (1898). 1. (1897), 11.
304. Drude, Engl.-Prantl, Natürl. Pflanzenfam. II. 3. S. 8.
305. Hanausek, T. F., Lehrbuch d. technisch. Mikroskop. 1900.
306. Rees, Lehrbuch der Botanik 1896.
307. v. Wiesner, Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Juni 1902.
308. Tropenpflanzer, Beihefte, X (1906).
309. v. Trotha, Notizbl. bot. Gart. u Mus. Berlin-Dahlem, Bd. V.
310. Achart, L'agriculture prat. des pays chauds VI, 2 (1906).
311. Culbertson, Bot. Gaz. XXI (1894).
312. Osmaston, B. B., Ind. Forest Records I (1906). The Suppl. of the Tropic. Agricult. and Magazine, vol. II (1908).
313. Moller, Ad. F., Nutzhölzer von S. Thomé, Tropenpflanzer, III (1902); 1. V (1901), 195; 2. VI (1902), 541.
314. Tschirch, Handb. d. Pharmakognosie **II**, 2 (1917).
315. Busch, P., Anatomisch-systematische Untersuchungen der Gattung Diospyros. (Diss. Erlangen 1913.)
316. Gibson, I. H., Quart. Journ. Inst. Trop. Research. **I** (1906).
317. Münch, E., Naturwissenschaftl. Grundlagen der Kiefernharznutzung. Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft **X** (1919), 1.
318. Gurnik, W., Beiträge zur Kenntnis der Kernholzbildung. Inaug.-Dissert. Berlin 1915.
319. Troup, R. L., Burma Padauk. Forest Pamphlet. **14**, Forest Economy Series 7. Calcutta 1909; 1. No. **10**, Calcutta 1909; 2. **7**. Forest Econ. series, No. 2 (1909).
320. Harms, Verhandl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandenb. **56** (1915).
321. Martius, Flora brasil. Vol. V, pars II. 314.
322. Harms, Notizbl. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. V (1908—1912).
323. Evans, Bull. Agric. Inform. Trinidad VIII (1909), 72, ref. bei Just (1909), II, 1067.
324. Harms, Engl.-Prantl III.
325. Stuhlmann, Engl.-Prantl III, **4**, 278.
326. Wright, H., Timber Trees in Ceylon. Tropic. Agriculturist and Magazine XXIV.
327. Gayer, S., Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik. 1921.
328. Vespermann, H., Lauhölzer und ihre Verbreitung im Welthandel. Leipzig—Berlin 1914.
329. Boerlage u. Koorders, Teysmannia (1896), VII, 485.
330. Engler, Notizbl. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem IV (1906), 239 ff.
331. Gilg in Engler-Prantl, Nachträge, S. 232.
332. Koorders u. Valeton, Boomsorten van Java, Bd. 1, S. 213.
333. Carthaus, »Tropenpflanzer« XIV (1910).
334. Kew Bulletin, T. A. S. (1909), 348, s. Just (1909), II, 1066.
335. Barsickow, H., Über das sekund. Dickenwachst. der Palmen in den Tropen. Verhdl. phys. med. Ges. Würzburg N. F. **34** (1901).
336. Strasburger, E., Über die Verdickungsweise der Stämme von Palmen u. Schraubenbäumen. Jahrb. f. wiss. Bot. **43** (1906).
337. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie 1924.
338. Bary, de, Vergleichende Anatomie.
339. Hartig, Th., Lehrbuch für Förster **1**, 234.
340. Sanio, Über die Zusammensetzung d. Holzkörpers. Bot. Ztg. (1863).
341. Ursprung, A., Beiträge für Erklärung d. exzentrischen Dickenwachstums. Ber. d. dtsch. bot. Ges. **XIX** (1901).
342. v. Wiesner, Über Trophien, nebst Bemerk. über Anisophyllie. Ber. der dtsch. bot. Ges. **XIII** (1895).
343. v. Wiesner, Unters. über d. Einfluß der Lage auf die Gestalt der Pflanzenorgane. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. Wien **CI** (1892).
344. Kny, L., Die Verdoppelung d. Jahresringes. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1879.
345. Wilhelm, K., Ber. Bot. Ges. (1883).
346. Schwarz, Fr., Dickenwachstum u. Holzqualität von *Pinus silvestris*. Berlin 1899.
347. Ursprung, A., Beiträge zur Anatomie u. Jahresringbildung tropischer Holzarten. Inaug.-Diss. Basel 1900.
348. Ursprung, A., Zur Periodizität d. Dickenwachstums in den Tropen. Bot. Zeit. **62** (1904).
349. Holtermann, C., Anatom.-physiol. Unters. in den Tropen. Sitzber. d. K. Preuß. Akad. d. Wiss. 1902. I. Halbj.
350. Hartig, R., Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 1891.
351. Raimann, R., Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. **98**.
352. Ridley, H. N., Agric. Bull. of the Straits and Fed. Malay-States IV (1905), 63. Refer. bei Just (1905), II, 756.
353. Brandis, Linn. Soc. d. Ph. J. (1894/95), 497.
354. Maire, F. W., Agric. Bull. Straits and Fed. Mal. States. 1909.
355. Nördlinger, H., Deutsche Forstbotanik, II.

356. Watt, The Agricult, Ledger 1897, Nr. 9.
357. Tschirch, Die Harze u. die Harzbehälter. Leipzig 1906.
358. Brandis, Engler-Prantl, natürliche Pflanzenfamilie III, 7, 117, 118.
359. Rogers, S. C., Agric. News VIII (1909), 186.
360. Indian Forester (1908), 717.
361. Tropic. Agr. and Magazine XXXIII (1909), 30.
362. Wehmer, C., Zur Charakt. des zitronensauren Kalkes usw. Ber. Bot. Ges. II (1892), 333.
363. Küster, Anat. Charakt. d. Chrysobalanac. usw. Bot. Centralblatt I (1897), 46, 97 ff.
364. Prometheus X, Nr. 7.
365. Diels, L., Tropenpflanzer VII (1903), 103.
366. Parry, E. F., The british and Colon. Druggist XXXI (1897), No. 17.
367. Fawcett, S. W., Queensland Agricult. Journ. II (1898), part. 5, 6, III, part. 1.
368. Grisard, I., Revue d. cult. colon. VIII (1901), 104.
369. Klason, P., Schriften des Vereins der Zellstoff- u. Papier-Chemiker II (1911).
370. Fischer, A., Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jahrb. f. wiss. Bot. XXII (1891).
371. Weber, Sitzgsber. d. Ak. Wien **18** (1909).
372. Jumelle, H., Rev. d. cult. col. X (1902), 335.
373. Schumann, Engler-Prantl IV, **2**, 127.
374. Strasburger, Lehrbuch der Botanik.
375. Blank, O., Australisches Hartholz (nach G. Scott), Hamburg, S. 8.
376. Lange, Th., Beiträge zur Entwicklung der Gefäße u. Tracheiden. Flora **49** (N. R.), 1891.
377. Russow, Zur Kenntnis des Holzes, insonderheit des Koniferenholzes. Bot. Zentrbl. IV (1883), **13**, Nr. 1—5.
378. Ridley, H. N., Bull. misc. inform. Kew. (1904), 11.
379. Gürke u. Volkens, Notizbl. bot. Gart. u. Mus. Berlin II (1897), Nr. 11.
380. Molisch, Zur Kenntnis der Thyllen usw. Sitz.-Ber. k. Akad. d. Wiss. Mathem.-nat. Kl. **97**, Abt. I (1888)). Wien.
381. Wieler, Über das Vorkommen von Verstopfungen in Gefäßen usw. Biol. Zentralbl. **13** (1893).
382. Crüger, Westindische Fragmente. Bot. Zeitg. 1857.
383. Molisch, Über die Ablagerung v. kohlensaurem Kalk im Stamme dikotyler Holzgewächse. Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. **84** (1881), I. Abt.
384. Müller, C., Über die Balken in den Holzelementen der Koniferen. Ber. Bot. Ges. 8 (1890).
385. Raatz, W., Die Stabbildungen im sekund. Holzkörper d. Bäume. Preuß. Jahrb. **23** (1892).
386. Raatz, W., Über Thyllenbildungen in den Tracheiden der Koniferenhölzer. Ber. Bot. Ges. **10** (1892).
387. Krah, Über die Verteilung der parenchymatischen Elemente im Xylem, Phloem der dikotylen Laubbäume. Diss. 1883.
388. v. Höhnel, Anatom. Unters. über einige Sekretionsorgane der Pflanzen. Sitzungsber. der K. Akad. d. Wiss. **84**, I (1881).
389. Kny, Ein Beitrag zur Kenntnis der Markstrahlen dikotyler Holzgewächse. Ber. Bot. Ges. (1890).
390. Zijlstra, K., Gestalt der Markstrahlen im sekundären Holze. Rec. Trav. bot. néerl. **5**, S. 17. Refer. Bot. Ztrbl. **111** (1909).
391. Mayr, H., Entstehung u. Verteilung der Sekretionsorgane der Fichte und Lärche. Bot. Zentralblatt **20** (1884).
392. Mayr, H., Das Harz der Nadelhölzer, seine Entstehung, Verteilung, Bedeutung u. Gewinnung. Berlin 1894.
393. Hartig, R., Forstl. naturw. Ztschr. (1896), **3**. Heft.
394. Cieslar, A., Zentralbl. f. d. Ges. Forstwesen **12** (1896), 4. Heft.
395. Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot. **9**.
396. Kassner, Über das Mark einiger Holzpflanzen. Berlin 1884.
397. Nördlinger, H., Querschnitte von 100 Holzarten (1852) **2** (1858).
398. Nördlinger, H., Anatom. Merkm. der wichtigsten Wald- u. Gartenholzarten. Stuttgart 1881.
399. Kienitz, Bot. Ztrbl. (1883).
400. v. Tubeuf, K., Forstl. naturw. Zeitschr. 1897 u. 1908.
401. Schwarz, F., Forstliche Botanik, Abb. 135.
402. Nielsen, Zool. Jahrb., Abtlg. f. Systematik **23**.
403. Schramm, W. H., Zu den Farbenangaben bei Hölzern. Jahresbericht der Vereinigung für angew. Botan. **IV** (1906).
404. Hartig, R., Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München **3** (1883).
405. Büsgen, M., Zur Bestimmung der Holzhärten. Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen XXXVI (1904), Heft 9.
406. Büsgen, M., Holzhärte und spezif. Gewicht. Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen **38** (1906).
407. Janka, G., Über Holzhärteprüfung. Ztrbl. für das ges. Forstwesen XXXIV (1908).
408. Holland, I. H., Bulletin of Miscellan. informat. Roy. Botan. Gardens, Kew. No **9** (1906), siehe auch: Teil I—IV (1908—1922).
409. Commelin, Hort. Med. Amstel. I (1697) t. 104.
410. Hopkinson, A. D., Beiträge zur Mikrographie tropischer Hölzer. Beihefte d. Bot. Ztrbl. XXIX (1912).
411. Kubart, B., Über den diagnostischen Wert des Markkörpers bei Koniferenhölzern. Ber. Bot. Ges. **42** (1924).
412. Cox, C. E. C., Note on *Odina Wodier* Roxb. India Forest. Dept. For. Bull. **43** (1921).
413. Dallimore, W. et Jackson, A. B., A Handbook of Coniferae. London 1923.
414. Coster, Ch., Jets over Diktegroci en in Loudsstoffen van den djatistam *(Tectona grandis* L. f.) Tectona **16** (1923), Abb. 84—87.
415. Kostytschew, S., Der Bau und das Dickenwachstum der Dikotylenstämme. Beitr. z. Bot. Zentrbl. 1. Abtl. **40** (1920), 33 Textabb.
416. Möbius, M., Über das Grauwerden des Holzes. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **42** (1924).
417. Kanchira, R., Identific. of Philipp. Woods by anatom. Charact. Gov. Res. Inst. Formosa 1924.
418. Kanchira, R., Anatom. Notes on Indian Woods. Bull. Dep. For. Formosa **4** (1924).
419. Spiekenkoetter, H., Unters. z. Anatom. u. System. ostafr. Meliac., Busserac. und Simanibac. Bot. Archiv **7** (1924).

420. Cordemoy, J., Contribut. à l'étude de la morphol., de l'anatom. compar. de la phylogen etc. des Casuarinae.-Rev. Gén. Bot. **35** (1923).
421. Coster, Ch., Die physiologische u. pathologische Kernholzbildung b. *Tecton. grand.* L. f. nebst Bem. über d. Bild. d. Wundholzgummis. Ann. Jard. Bot. Buitenz. **34** (1924).
422. Jones, W. S., The struct. of the timbers of some common genera of coniferous Trees. Journ. Forestry 6 : 2 : 112—134 (1912).
423. Schotte, G., Lärken och den betydelse för svensk skogs Lushällning. Meddelanden fran statens skogsförsöksanstalt. 1917.
424. Holland, I. H., Ebony from the East Africa Protero. Bull. Imp. Inst. **7** (1909).
425. Groom, P., A Preliminary Inquiry into the signific. of tracheid-caliber in Coniferae. Bot. Gaz. **57** (1914).
426. Chrysler, M. A., The medullary rays of Cedrus. Bot. Gaz. **59** (1915).
427. Dallimore, W., The Yellow Pines of North America. Kew. Bull. 1921.
428. Lacaita, C. C., *Quercus aegilops.* Kew. Bull. 1920.
429. Pax, F. und Hoffmann, K., Euphorbiaceae. Engl. Pflanzenreich **81** (IV, 147. XV), 1922.
430. Wilbrand, Der wilde Kirschbaum. Ztschr. Forst- u. Jagdwesen **53** (1921).
431. Brush, W. D., Utilization of bass wood. U. S. Dept. Agric. Bull. **1007** (1922).
432. Mell, Cl. D., The peer of decorative Hard woods. Sci. Amer. **126** (1922).
433. Durland, W. D., The Quebracho region of Argentinia 1924. Botanic Abstracts, 1924.
434. Brooks, A., The breaking strain of timbers. Agric. Gaz. New South. Wal. **32** (1921).
435. Zucker, M. Ph., Rotbuchenholz. Forstwiss. Zentralbl. **43** (1921).
436. Eames, A. J., On the origin of the broad rays in Quercus. Bot. Gaz. III, **49** (1910).
437. Koehler, A., The identification of true mahogany, certain so called mahoganies and some common substitutes. N. S. Dept. Agric. Bull. **1050** (1922).
438. Bitting, K. G., The histological differ. betw. *Pinus taeda* and *P. palustris.* Indianopolis Ind. Proc. Acad. Sc. 1908.
439. Bailey, I. W., The structure of the wood in the Pineae. Bot. Gaz. III, **48** (1909).
440. Neger, F. W., Die Vergrünung des frischen Lindenholzes. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. **8** (1910).
441. Neger, F. W., Die Nadelhölzer, Sammlung Göschen Nr. 355, Leipzig.
442. Neger, F. W., Die Rötung des frischen Erlenholzes. Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landw. **9** (1911).
443. Parchmann, Die Birke, ihre Ausbreitung, Verwendung, bisherige Bedeutung im Holzhandel usw. Dtsch. Forstztg. **39** (1924).
444. Sallmann, M., Die besten Nutzweidensorten. Gartenwelt **23**.
445. Cox, C. E. C., Note on Naldu (*Adina cordifolia* Hook. f.). Ind. Forest. Dept. For. Bull. **42** (1921).
446. Roldan, Angel, y Maximino Martinez, El ahuehuete (Taxodium micronatum). Mexico Forest. **1** (1923), 9—10.
447. Pearson, R. S., Note on Hollony timber (*Dipteroc. pilosus* Roxb.). India Forest. Dept. Forest. Bull. **39** (1919).
448. Pearson, R. S., Note on Kindal or Longal. (*Terminalia paniculata.*) D. et A. Ind. For. Dept. Forest Bull. **48** (1922).
449. Pearson, R. S., Note on pycyma ajlar or jarul wood. (*Lagerstroemia flos reginae.*) Ind. For. Dept. Forest. Bull. **40** (1920).
450. Cope, J. A., Loblolly pine in Maryland. A handbook for grow.and users. State Board of Forestry. Baltimore 1923.
451. Kudô, J. u. Jamabayashi, N., Anatomische Studien über die Hölzer der Betulaceen in Hokkaïdo. Jap. Journ. of Bot. **I** (1923).
452. Baird, M. M., Anatomy of *Platanus occident.* Kansas Mi. Sc. Bull. IX (1915).
453. Knight, M., Anatomy of the Magnoliat. Ann. of Bot. **29** (1915).
454. Schreiber, Über hautreizende Hölzer. Diss. Jena 1915 Ref. Centralbl. Biochem. u. Biophysik **18** (1915).
455. Rushton, W., Structure of the Woods of Himal. Juniper. Journ. Linn. Soc. **43** (1915). London.
456. Camus, A., Les chênes. Monogr., Systém. biologique cult. princip. usages. Paris 1924.
457. Büsgen M., Hosseus, C. C. u. Busse, W., Über das Teakholz und die Teakanforstung. Kolon. Wirtsch. Kom. 1923, Berlin.
458. Dore, W. H., Die unmittelbare Analyse von Harthölzern. Journ. Ind. and Eng. Chem. **12** (1920).
459. Schwalbe, C. G. u. Becker, E., Die chemische Zusammensetzung des Erlenholzes. Z. angew. Chem. **33** (1920).
460. Djatiholz. Die chemisch-technischen Eigenschaften. Chem. techn. Ind. Nr. **11—12** (1920).
461. Camus, A., Les Cyprès (genre Cypressus). Monogr., System. usw. Paris 1914. Ref. Bot. Ztrbl. **CXXVI**.
462. Carrey et Wall, *Ligustrum robustum* Bl. Flor. Ind. **I** (1832).
463. Zimmermann, A., Tropische Nutzhölzer (Usambara-Buchsholz). Der Pflanzer V (1910).
464. Papierfabrikant, Holz von *Musanga Smithii.* **47** (1908).
465. Spann, A., Tropenpflanzer **24** (1921); **22** (1919).
466. Iwaki, T., Microscop. Dist. of some japanese conifer. wood. Bot. Mag. Tokyo **XXXII.**
467. Record, S., La Caoba venezolana. Bol. Commerc. et Indust. Caracas 1921.
468. Dallimore, W., Useful woods of Cornaceae. Kew. Bull. 1916.
469. Rogers, C. S., Teak in Trinidad. Kew Bull. (1916).
470. Coster, Ch., De Wandverdikking der mergstraaltracheiden usw. van het hout van *Picea excelsa* en *Larix europ.* Med. Rijks h. L. T. en B. School Wageningen XI (1916).
471. Oesterle, O. A., Über einen Begleiter des Lapachols i. Greenheartholz. Arch. d. Pharm. **CCLIV** (1916).
472. Anonymus, Notas sobre el cedro español. La Hacienda **X**, **7** (1915).
473. Markley, H. H., Notas sobre el cultivo del cedro español. La Hacienda **X**, 8 (1915).

474. Dallimore, Coniferous Timbers. The junipers etc. Kew. Bull 1915 u. 1916.
475. Benskin, E., Note on blackwood. *Dalbergia latifolia.* Forest. Bull. Calcutta **27** (1915).
476. Hoar, C. S., The anatomy and phylogenetic posit. of the Betulaceae. Amer. Journ. Bot. III (1916).
477. Whitehead, T. A., Note on red sanders *(Pterocarpus santalinus* L.). Forest. Bull. Calcutta 1917.
478 Janka, G., Die techn. Eigenschaft. des Holzes der griech. Tanne (*Abies cephalonica* Loud.). Centralbl. ges. Forstwes. XII, 9—10 (1916).
479. Groom, P., and Rushton, W., The structure of the Wood of East Indian Species of Pinus. Journ. Linn. Soc. Bot. **XLI**, 283.
480. Gerry, E., Tyloses; their occurence and practical signif. in some Americ. woods. Journ. Agr. Res. **I** (1914).
481. Hollendonner, F., Fenyöfélék jájának ässzehásonlíto szövettana. (Vgl. Studien über die Holzelemente der Nadelhölzer.) Budapest 1913.
482. Boas, F., Beiträge zur Anatomie u. Systematik der Simarubaceae. München 1912.
483. Dallimore, W., The uses of Cornus wood. Kew. Bull. 1915.
484. Hölfker, Die Zedernarten. 1915.
485. van der Byl, P. A., The anatom. of Acacia molissima Wild. etc. Sc. Bull. Dep. Agr. Div. Bot. Union S. Afr. 1914.
486. Browne, J. H., The Redwood of California *(Sequoia sempervirens).* Americ. Forestry **XX** (1914).
487. Scott, D. H., On the comparative anatomy and affinit. of the Araucarineae. Philos. Trans. v. Soc. Bot. **CCIV**. London.
488. Rodger, A., Note on benteak or nana wood. *Lagerstroemia lanceolata Wall.)* Forest. Bull. Calcutta **17** (1913).
489. Rodger, A., Note on bija sal or Vengai. *(Pterocarpus marsupium* Roxb.) Forest. Bull. Calcutta **17** (1913).
490. Rodger, A., Note on sain or saj. *(Terminalia tomentosa* W. et A.) Forest. Bull. Calcutta **12** (1913).
491. Rodger, A., Note on Gumhar (*Gmelina arborea* Roxb.) Forest. Bull. Calcutta **16** (1913).
492. Harvey-Gibson, Note on the Synon. and Histological Charakt. of East London Box wood *(Gonioma Kamassi* E. Mey.). Biochem. Journal **VI** (1911).
493. Jaccard, G., Über abnorme Rotholzbildg. Ber. dtsch. Bot. Ges. **XXX** (1913).
494. Hollendonner, F., Unterscheidungen d. Holzes der Zerreiche v. dem Holze d. übrigen einheimischen Eichen. Sitzber. bot. Sekt. Kgl. ungar. naturw. Ges. Mittl. f. d. Ausl. 1912.
495. Gagley, C. T., Die Auslaugung des Kastanienholzes. Journ. Amer. Leather. Chem. Assoc. XV.
496. Gaumnitz, O., Die Verwendung von Blauholzextrakt im Zeugdruck. Deutsche Färber-Ztg. **LVI**, **40** (1920).
497. Achw, Blauholz in der Seidenfärberei. Dtsch. Färber-Ztg. **LVI**, **28** (1920).
498. Tubeuf, K. v., Die Nadelhölzer mit besonderer Berücksichtigung der in Mitteleuropa winterharten Arten. Stuttgart 1897.
499. Tavares, J., Les Anonacées cultivées au Brésil. Broteria **XII** (1914).
500. Pearson, R. S., Note on the techn. propert. of timb., with spec. refer. to Cedrela Toona wood etc. Forest Bull. Calcutta 1913.
501. Molisch, H., Über die Gewinnung von Zucker a. Ahornbäumen. Österreich. Garten-Ztg. **XIII** (1919).
502. Holten, J., Alter u. Zuwachsunters. alter Eichen in holländisch. Wäldern. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. **XVIII** (1920).
503. Koenig, Anbau u. Handel von Sandelholz u. Sandelholzöl in Britisch-Indien. Süddtsche Apothekerztg. **LX** (1920).
504. Kerr, G. A., Die Quebrachowaldungen von Südamerika. Journ. Amer. Leather. Chem. Assoc. **XVI**.
505. Blake, S. F., Revis. of the true mahoganies. Journ. Wash. Acad. of Sc. **10** (1920).
506. Carpenter, R. C., Investig. of the propert. of balsa wood *(Ochroma lagopus).* Sibley Journ. of Engineer. 1916.
507. Carpenter, R. C., The properties of balsa wood. Trans. Soc. C. E. 81 : 125—160 (1917).
508. Dallimore, W., Tulip woods and tulip trees. Bull. Misc. Inf. Kew. 1912.
509. Dallimore, W., Cedar woods. Bull. Misc. Inf. Kew. 1913.
510. Dallimore, W., Junipers. Bull. Misc. Inf. Kew. 1916.
511. Lamb, W. H., Woods called cedar. Americ. Lumberman. Chicago 1919.
512. Mell, D., Two useful tropic. trees. (*Michelia champaca* etc.) Bull. of the Pan Americ. Union. 1921.
513. Mell, D., The importance of the Iack Tree (*Artocarpus integrifolia*). Bull. of the Pan Americ. Union. 1920.
514. Pearson, C. H., Lignum vitae of Commerce. The Cuba Review (New York) 14 : 9 : 12—15 (1916).
515. Record, S. J., Lignum vitae: The vital wood. Scient. Amer. Sup. No. 2270 (1919).
516. Record, S. J., Lignum vitae blocks for stern bearing on steamsh. Woodworker 1920.
517. Record, S. J., Cocobolo. The truth about the cutlery trades princip. wood. Raw. Mater. 4 : 11 : 402—406 (1921).
518. Dallimore, W., European pines. Kew. Bull. 1915.
519. Sinner, Unsere Hoch-Spessart-Eichen. Aschaffenburg 1904.
520. Shirasawa, H., Die Gattung Tilia in Japan. Bull. of the college of agric. Imper. Univ. Vol. IV, Tokyo.
521. v. Müller, F., Eucalyptographia, a descr. Atlas of the Eucalypts of Austr. etc. Melbourne and London 1879—1884.
522. Noter, R. de, Les Eucalyptus. Cult.-Exploi. etc. Paris 1912.
523. Dingler, H., Die Eukalypten Australiens. Dtsche. Rdsch. f. Geograph. u. Statist. (1881).
524. Fairchild, D. G., The Chinese wood-oil tree. Circ. 108. Bull. Plant. Indust. Washington D. C. (1916).
525. Unger, A., Japanische Koniferen.
526. Grassmann, E., Der Kampferbaum. Mitt. d. dtsch. Ges. f. Nat.- u. Völkerkunde Ostasiens, Bd. VI.

527. Engler, A. u. Volkens, G., Über das wohlriechende ostafrik. Sandelholz. *(Osyris tenuifolia* Engl.) Notizbl. Kgl. bot. Gart. u. Mus. Berlin, Nr. **9** (1897).
528. Engler, A., Einige Nutzhölzer Kameruns. I. Olacaceae. Notizbl. Kgl. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. App. **XXI**, Nr. 1 (1909).
529. Eric, A., The guaiacum and cinnamon trees in Jamaika. Pharm. Journ. Ser. 3, Vol. **23** (1893).
530. Whitford, H. N., The struct. and use of the Parana pine forests of Bracil. Journ. of Forests. **XVII**, No. 2 (1919).
531. Martell, P., Die Quebracho Industrie in Argentinien u. Paraguay. Dtsch. Gerberztg. Berlin 1909.
532. Federicos, G. L., Die Quebrachowaldungen in Argentinien u. ihre Zukunft. Dtsch. Rundschau f. Geogr. u. Stat. Wien-Leipzig 1906.
533. Juraschek, Aus fremden Produktionsgeb.: Mahagoni in Mexiko. Tropenpfl. Nr. 12. Berlin 1910.
534. Zon, R., Chestnut in Southern. Maryland. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. **53**. Washington 1904.
535. Williamson, A. W., Cotton wood in the Mississippi valley. U. St. Dep. of Agr. No. **24** (1913).
536. White, L. L., Product. of Red. cedar for Pencil wood. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Circ. **102** (1907).
537. Westergaard, C. jr., Eucalypts cultiv. in the Unites Stat. Forest. Quart. Vol. VII, No. 3. Cambridge 1909.
538. Sudworth, G., The Cypress and Juniper trees of the Rocky Mountain Reg. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. **207** (1915).
539. Sudworth, G. and Mell, Circassian Walnut. U. St. Dep. of Agr. Circul. **212** (1913).
540. Sudworth, G. and Mell, Fustic Wood: its substit. and adulter. U. St. Dep. of Agr. Forest Service. Circul. **184** (1911).
541. Sudworth, G. and Mell, The identif. of import. North Amer. Oak woods. U. St. Dep. of. Agr. Forest Serv. Bull. 102 (1911).
542. Sterrett, W. D., The asher: their charact. and Managan. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. 299 (1915).
543. Pettis, C. R., How to grow and plant conifers in the northeastern states. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Bull. **76** (1909). Washingt.
544. Philipps, F. and Mulford, W., Utah juniper in central Arizona. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Circul. **197** (1912).
545. Mell, C. and Brush, W., Greenheart. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Circul. **211** (1913), Washington.
546. Mell, C. and Brush, W., Quebracho wood and its substit. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Circul. **202** (1912).
547. Miller, R., The wood of *Machaerium Whitefordii*. Yale School of For. No. **9** (1920). New York. Bull. of the torrey Bot. Club. 47 : 73—79 (1920).
548. Matton, W., The Southern Cypress. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. **272** (1915), Washingt.
549. Gordon, M., Ray Tracheids in *Sequoia semperv.* New. Phytolog. Vol. **XI**, No. 1 (1912).
550. Farwell, O. A., The correct name f. the Hemlock Spruce. Bull. of the Torrey Botan. Club **41** : 621—629. New York 1914.
551. Farwell, O. A., The Hemlock Spruce. Rodora. Vol. **17**, No. 201 (1915).
552. Brush, W. D., Utilization of Elm. U. St. Dep. of Agr. Bull. No. **68** (1918).
553. Boisen, A. and Newlin, I., The commerc. hickories. U. St. Dep. of. Agr. For. Serv. Bull. **80** (1910).
554. Booth, I., Die Douglasfichte. Berlin 1877.
555. Booth, I., Die Naturalisat. der Douglasfichte. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1890.
556. Betts, H. S., Possibilities of Western Pines as a source of Naval stores. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Bull. **116** (1912).
557. Hutchinson, W. J., A Philipp. substit. for Lignum vitae. Dep. of the Inter. Bur. of For. Bull. Nr. **9**. Manila 1910.
558. Wimmer, Die Erträge des dtsch. Waldes. Forstl. Mittlg. II, Nr. **3** (1919).
559. Decoppet, M. u. Henne, A., Allgem. Orient. Kriegswirtschl. Maßn. betr. Waldwirtsch., Nutzungen u. Holzverk. 1914—1918. Nat. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. **11—12** (1920).
560. Lièvre, P., Le commerce internat. de bois. Amsterdamm 1911.
561. Schultze, E., Holzverbrauch u. Holzausfuhr der Vereinigt. Stat. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. **50** (1918).
562. Pratt, E., The Export Lumber Trade of the Unit. Stat. Gov. offic. Washington 1918.
563. Pierson, A., Consumption of Firewood in the Unit. Stat. U. St. Dep. of Agr. For. Serv. Circul. **181** (1910).
564. Hedler, Das Holz in Volks- u. Kriegswirtsch. Holzversorgung zur Kriegszeit. Holzwelt VI (1919), Heft 10, 12, 13, 17.
565. Grossmann, J., Einiges über die Weymouthkiefer. Holzwelt VI, **15** (1919).

III. Chemisches Literaturverzeichnis.

1. Gottlieb, E., Journ. prakt. Chemie **28** (1883), 385.
2. Payen, Ann. des Sc. natur. **2** (1839).
3. Schulze, E., Z. physiol. Chem. **16** (1892).
4. Schulze, E., Landwirtsch. Jahrbücher **21** (1892).
5. Tollens, E., Ber. Chem. Ges. **34** (1901); **29** (1896).
6. Wolffenstein und Bumcke, Ber. Chem. Ges. **34** (1901); **32** (1899).
7. Cross u. Bevan, Zellulose 1903 und 1919; Journ. Chem. Soc. **79** (1901); **41** (1882).
8. Schwalbe, C., Ber. Chem. Ges. **40** (1907).
9. Wisselnigh. Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. III (1924).
10. Schwalbe, Die Chem. d. Zellulose 1918.
11. Bühler, F. A., Die chemische Industrie **26** (1903).
12. Fuchs, F., D.R.P. 204 412 (11. 7. 1907).
13. Kellner, C., D.R.P. 46 032 (14. 7. 1887).

14. Kitsee, J., D.R.P. 188 077 (13. 11. 1904).
15. Schweyer, J., D.R.P. Kl. 55 b. 244 669 (7. 3. 1911).
16. Schwalbe, C., D.R.P. Kl. 55 b. 231 078 (15. 8. 1909); D.R.P. Kl. 55b. 204 460 (11. 6. 1907).
17. Rassow u. Zschenderlein, A., Z. angew. Chem. **34** (1921).
18. Camillo Levi, Giorn. di chim. ind. **1** (1920); Chem. Ztrbl. (1920), IV.
19. Clemm, H. u. Willstätter, R., Chem. Ztrbl. (1919), IV.
20. Waentig u. Giersch, Chem. Zentrbl. (1920).
21. Franz, A., Chem. Ztrbl. (1920), IV.
22. Nastjukoff, Ber. Chem. Ges. **33** (1900); **34** (1901).
23. Skraup u. Geinsperger, Monatsh. f. Chemie **26** (1905).
24. Cross, Bevan u. Traquair, Chem. Ztg. **29** (1905).
25. Zeisel, S., Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches 1918.
26. Kiliani, Chem. Ztg. **32** (1908).
27. Zemplén, Bioch. Handlex., Bd. II (1911).
28. Tollens, Kurzes Handbuch der Kohlehydrate (1914).
29. Mosenthal, de, Journ. Soc. Chem. Ind. **26** (1907); **30** (1911); **23** (1904).
30. Cross u. Bevan, Journ. Chem. Soc. **79** (1901); Ber. Chem. Ges. **24** (1891).
31. Vignon, Bull. soc. chim. **21** (1899); **25** (1901).
32. Bernadou u. Schwalbe, C., Die Chemie der Zellulose 1911 und 1918.
33. Green, Zeitschr. f. Farben- u. Textilchemie **3** (1904); J. chem. Soc. **89** (1906).
34. Fromherz, Z. f. physiol. Chem. **50** (1906/1907).
35. Cross u. Bevan, Z. f. Farben- u. Textilchemie **3** (1904).
36. Cross, Bevan u. Beadle, Ber. Chem. Ges. **26** (1893); **29** (1896); Journ. chem. Soc. **67** (1895); Proc. Chem. Soc. **17** (1901). Cellulose an outlin of the structural elements of plants. London 1903.
37. Mosenthal, H. de, J. Soc. Chem. Ind. **30** (1911).
38. Green u. Perkin, J. Chem. Soc. **89**; Proc. Chem. Soc. **22**; Chem. Ztrbl. 1906.
39. Gebhard, Chem. Ztg. 1913.
40. Skraup, Zd. u. König, J., Monatsh. f. Chem. **22** (1901).
41. v. Euler, A., Chem. Ztg. **45** (1921).
42. Bumcke u. Wolffenstein, Ber. Chem. Ges. **32** (1899).
43. Pears, A., Chem. News **66**; Chem. Ztrbl. **63** (1892).
44. Stern, A. L., J. Soc. Chem. **67** (1895).
45. Schwarz, H., Koll.-Zeitschrift **12** (1913).
46. Hess u. Wittelsbach, W., Chem. Ztrbl. 1920; Z. f. Elektrochemie **26** (1920).
47. Franchimont, Ber. Chem. Gesellsch. **12** (1879).
48. Madsen, Dissertation, Hannover 1917.
49. Freudenberg, Ber. Chem. Ges. 1921.
50. Pictet u. Sarasin, Helv. Chim. Acta **1** (1918), Arch. de Sc. phys. et nat. **45** (1918).
51. Reilly, J., Helv. chim. Acta **4** (1921).
52. Irvine u. Soutar, J. Chem. Soc. Lond. **117** (1920); Chem. Ztrbl. (1921), I.
53. Karrer, P., Helv. chim. Acta 3; Chem. Ztrbl. (1920), III, Zellulosechemie **2** (1921),
54. Karrer u. Smirnoff, Helv. chim. Acta **5** (1922).
55. Hibbert, H., J. engin. chim. **13** (1920); Zellulosechemie **24** (1921).
56. Pringsheim, H., Ber. Ph. Gesellsch. **27**; Chem. Ztrbl. (1917), I.
57. Esselen, G., Chem. metall. eng. **23** (1920); Chem. Ztrbl. (1922), II.
58. Heuser, E., Papierfabr. **18**, Beibl. 1; Chem. Ztrbl. (1920), IV.
59. Taus, H., Dinglers Journ. **273** (1889); Ref. Chem. Ztrbl. (1889), 2.
60. Schwalbe u. Robinoff, Z. angew. Chem. **24** (1911).
61. Hoppe-Seyler, Ber. Chem. Ges. **4** (1871).
62. Hoppe-Seyler, Z. physiol. Chemie **13** (1889).
63. Schweizer, E., J. prakt. Chem. **76** (1857).
64. Neubauer, Z. analyt. Chem. **14** (1875).
65. Mulder, E., Jahresbericht der Chemie **16** (1863).
66. Maumené, C. R. **95** (1882).
67. Fremery u. Urban, D.R.P. 111 313 (17. 3. 1900).
68. Fremery, Urban u. Bronnert, D.R.P. 119 098 (9. 5. 1899).
69. Berl, C., Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwes. **4** (1909).
70. Bronnert, Fremery u. Urban, I., D.R.P. 119 230 (10. 7. 1900).
71. Rosenfeld, M., Ber. Ch. Ges. **12** (1879).
72. Ost, H., Z. ang. Chem. **24** (1911); **19** (1916).
73. Pawlikowski, R., D.R.P. Kl. 29 b, 222 624 (22. 5. 1908).
74. Vignon, C. R. **143** (1906); **136** (1903); **125** (1897).
75. Koechlin, siehe Schwalbe.
76. Schwalbe, Ber. Chem. Ges. **40** (1907).
77. Jentgen, Z. angew. Chem. **23** (1910); **25** (1912).
78. Hönig, C. G. u. Schubert, St., Monatsh. f. Chemie **6** (1885), **7** (1886).
79. Girard, A., Ber. Chem. Ges. **9** (1876), Ann. de Chim. et de Phys. **9** (1876); **24** (1881); C. R. **81** (1875).
80. Flechsig, Z. physiol. Chem. **7** (1883).
81. Guignet, Ch. C., C. R. **108** (1889).
82. Winterstein, E., Z. physiol. Chemie. **17** (1893).
83. Kühn, Aronstein u. Schulze, Journ. f. Landw. **10** (1862).
84. Kern, Journ. f. Landw. **24** (1876).
85. Simonsen, Z. angew. Chemie 1898.
86. Oechsner, de Korrinck u. Raynaud, A., Bull. de l'Ac. royale de Belg. 1910.
87. Ville, J. u. Mestrezat, W., C. R. **150** (1910).
88. Skraup, Monatsh. f. Chèmie **26** (1905).
89. Z. angew. Chem. **25** (1912).
90. Briggs, J. F., Chem. Ztg. **34** (1910); J. Soc. Chem. Ind. **31** (1912).
91. Vignon, L., C. R. **125** (1897); **131** (1900); **136** (1903).

92. Mausier, J. pharm. Chim., 6. sér., **16** (1902).
93. Parnell, S. A., The life and labours of John Mercer. London 1886.
Crum, W., J. Chem. Soc. **16** (1863); J. prakt. Chemie **55** (1852).
94. Vieweg, W., Ber. Chem. Ges. **40** (1907); **41** (1908).
95. Miller, O., Ber. Chem. Ges. **40** (1907); **41** (1908); **43** (1910); Chem. Ztg. **29** (1905); Chem. Ztrbl. **79** (1908).
96. Ost u. Westhoff, Chem. Ztg. **33** (1909).
97. Crum, Quart. Journ. Chem. Soc. **16**.
98. Hübner u. Teltscher, J. Soc. Chem. Ind. **28** (1909).
99. Schwalbe, Ber. Chem. Ges. **40** (1907); C. R. (1907); Z. angew. Chem. **20** (1907); **26** (1913); **23** (1910).
100. Hübner u. Pope, J. Soc. Chem. Ind. **23**. (1904).
101. Piest, Z. ang. Chem. **26** (1913); **22** (1909).
102. Tschumanow, S., Koll.-Zeitschrift **14** (1914); Chem. Ztrbl. (1914), II.
103. Tauss, J. Soc. Chem. Ind. **8** (1899); **9** (1890).
104. Hoppe-Seyler, Z. physiol. Chemie **13** (1889).
105. Schützenberger, J. de Pharm. et de Chim. **25** (1844).
106. Koninck, de, Z. angew. Chem. **22** (1909).
107. Vignon u. Casella, D.R.P. 57 846 (24. 8. 1890).
108. Guichard, Bull. Soc. Chim. **7** (1892).
109. Faber u. Tollens, Ber. Chem. Ges. **32** (1899).
110. Haeussermann, C., Ber. Chem. Ges. **36** (1903); Z. ges. Schieß- u. Sprengwes. **3**.
111. Justin-Müller, E., Chem. Ztrbl. **78** (1907), II; **79** (1908), Koll.-Zeitschr. **2** (1907 bis 1908).
112. Knecht, E., Ber. Chem. Ges. **37** (1904).
113. Hoitschema, C., Z. angew. Chem. 1898.
114. Vieille, C. R. **95** (1882); Ber. Chem. Ges. **15** (1882).
115. Rassow und v. Bongé, Chem. Ztrbl. (1908), I.
116. Faber u. Tollens, Ber. Chem. Ges. **32** (1899).
117. Collie, J. Chem. Soc. **65** (1894).
118. Cross u. Bevan, J. Chem. Soc. **43** (1883); **41** (1882); Techn. Chem. Jahrbücher 1893—94. Ref. Bot. Ztrbl. **63** (1895).
119. Cross, Bevan u. Smith, Ber. Chem. Ges. **26** (1893); **27** (1894); **28** (1895); **29** (1896).
120. Bull, B. S., J. Ch. Soc. Transacta **71** (1897).
121. Cunningham u. Dorée, C., J. Chem. Soc. **150** (1912).
122. Dietz, H., Chem. Ztg. **31** (1907); J. prakt. Chem. **78** (1908).
123. Murumoff, Sachs u. Tollens, Ber. Chem. Ges. **34** (1901).
124. Renker, Dissertation. Berlin 1909.
125. Vignon u. Gerin, Bull. Soc. Chim. de Paris (1901).
126. Witz, Bull. Soc. Chim. Ind. Rouen **10** (1882); **11** (1883).
127. Braconnot, Ann. Chim. Phys. (1819).
128. Flechsig, Z. physiol. Chem. **7** (1882/1883).
129. Schulze, E., Z. physiol. Chemie **16** (1891/1892).
130. Ekström, D.R.P. 193112 u. 207354 Kl. 89 i.
131. Ost u. Wilkening, Chem. Ztg. **35** (1910).
132. Voerkelius, Wochenblatt f. Papierfabr. **42** (1911).
133. Ost, Ber. Chem. Ges. **46** (1913).
134. Chem. Fabrik Rhenania, Fr. A. Schmidt, G. A. Voerkelius, D.R.P. 304399; Chem. Ztrbl. (1920), II.
135. Waldhof und Hottenroth, Chem. Ztrbl. (1921), IV.
136. Heuser, E., Zellulosechemie **1** (1920), Chem. Ztrbl. (1920), IV.
137. Berl, Z. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen **4** (1909).
138. Büttner u. Wislicenus, J. prakt. Chemie **79** (1909).
139. Charley u. Ramsay, J. Soc. Chem. Ind. **11** (1892).
140. Erdmann, Ber. Chem. Ges. **43** (1911).
141. Erdmann u. Schäfer, Ber. Chem. Ges. **43** (1910).
142. Klasen, Heidenstam u. Norlin, Z. angew. Chem. **22** (1909).
143. Schleiden, Pogg. Ann. **43** (1838).
144. Mangin, L., C. R. Biol. **49** (1896); C. R. **111** (1890).
145. Petit, L., C. R. Biol. **55** (1903).
146. Manca, A., Bull. de la Soc. des Sc. de Bukarest **17** (1908).
147. Michaelis, L., Archiv der gesamten Physiol. **97** (1903).
148. Mangin, C. R. **113** (1890), J. de Bot. **6** (1892).
149. Gilson, E., La cellule **9** (1893).
150. Amé Pictet, Chem. Ztrbl. (1921), II.
151. Fischer, F. und Niggemann. Ges. Abhandl. zur Kenntnis der Kohle **1** (1915); Chem. Ztrbl. (1919), II.
152. Ost u. Bretschneider, R., Z. angew. Chem. **34** (1921); Chem. Ztrbl. (1921), III.
153. Körner, Th., Z. angew. Chem. **21** (1908).
154. Berl u. Klage, Z. f. d. ges. Schieß- und Sprengstoffwesen **2** (1907).
155. Lederer, L., D.R.P. 118 538 (19. 8. 1899).
156. Hauser u. Herzfeld, Chem. Ztg. **39** (1915).
157. Ost, Westhoff u. Gessner, Annal. der Chemie und Pharm. **382** (1911).
158. Lange, Färberzeitung **14** (1903).
159. Hübner, J. Soc. Chem. Ind. **27** (1908).
160. v. Hardt-Stremayr, Monatsh. f. Chem. **28** (1907).
161. Kurz, Z. f. Farben- und Textilchemie **1** (1902).
162. Zanotti, Chem. Ztrbl. (1899), I.
163. Berl u. Klage, Z. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen **2** (1908).
164. Mulder, J. prakt. Chem. **39** (1846).
165. Sack, J. prakt. Chemie **46** (1849); Ann. d. Chim. et Phys. **25** (1848).
166. Lindsey u. Tollens, Ann. **267** (1892).
167. Tromp de Haas u. Tollens. Ann. **286** (1895).
168. Jandrier, C. R. **128** (1899).
169. Prud'homme, C. R. **112** (1891).
170. Cross u. Bevan, Chem. News **61** (1890).
171. Haeussermann, Z. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen **1** (1906).

172. Schulze, Fr., Beiträge zur Kenntnis des Lignins. Rostock 1856; Chem. Ztrbl. 1857.
173. Henneberg, Ann. **146** (1868).
174. Renker, Über die Bestimmungsmethoden der Zellulosen in Heft 1 der Schriften des Vereins der Zellstoff- und Papierchemiker. Berlin 1910.
175. Tollens, B. u. Saringar, H., Z. angew. Chem. 1896.
176. Hoffmeister, W., Landw. Jahrbücher **17** (1888); **18** (1889).
177. Müller, H., Hoffmanns Bericht über die Entwicklung der chem. Industrie **3** (1877).
178. Councler, Ch. Ztg. **24** (1900); **21** (1897).
179. König, J., Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe 1906.
180. Forbes, B. u. Mensching, E., J. Ind. and Engin. Chemistry **5** (1913).
181. Grégoire u. Carpiaux, Bull. Soc. Chim. Belgique **24** (1910).
182. Greifenhagen, W., Z. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel **23** (1910).
183. Durochowski u. Tollens, J. f. Landwirtschaft **58** (1910).
184. Lange, C., Z. physiol. Chemie **14** (1890).
185. Gabriel, S., Z. physiol. Chemie **16** (1892).
186. König, M., Chem. Ztg. **14** (1890); Landw. Versuchsstationen **16** (1879).
187. Lifschütz, Ber. Chem. Ges. **24** (1891).
188. Lebbin, Archiv der Hygiene **28** (1897).
189. Zeisel u. Stritar, Ber. Chem. Ges. **35** (1902).
190. Holdefleiß, Fr., Landw. Jahrbücher, Suppl.-Band **103** (1877).
191. König, J., Z. f. Unters. der Nahrungs- u. Genußmittel **12** (1906).
192 Parry, Annales des Falsifications **4.**
193. Gary, Ed., Mitt. für Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene **3** (1912).
194. Pickel, J. M., J. Ind. and Engin. Chem. **2** (1910); Chem. Ztrbl. (1910).
195. Forbes u. Mensching, J. Ind. and Engin. Chem. **5** (1913).
196. Nider, M., J. Ind. and Engin. **2** (1910).
197. Parker, Journ. Physical Chemistry **17** (1913).
198. Howell, D., Spears, J. Ind. and Engin. **11** (1919).
199. Heiduschka u. Heinrich, Z. f. Untersuch. der Nahrungs- und Genußmittel **30** (1915); Chem. Ztrbl. 1915.
200. Fauto, R. u. Nikolitsch, W., Z. analyt. Chemie **54** (1915).
201. Klaning, Z. f. das ges. Getreidewesen **11** (1919); Chem. Ztrbl. (1919), IV.
202. Huggenberg, W., Mitt. f. Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene **7** (1916).
203. Löb, W., Bioch. Z. **60** (1914); Chem. Ztrbl. (1914), II.
204. Stiegler, H., Journ. f. Landwirtschaft **61** (1913); Chem. Ztrbl. (1914), II.
205. Nolte, O., Z. analyt. Chemie **58** (1919); Chem. Ztrbl. (1920), II.
206. Heuser u. Sieber, Z. angew. Chem. **26** (1914); Chem. Ztrbl. (1914), I.
207. Heuser u. Haug, Z. angew. Chem. **31** (1918); Chem. Ztrbl. 1918.
208. Schwalbe, Z. angew. Chem. **31** (1919); Chem. Ztrbl. 1919.
209. Sieber u. Walter, Papierfabr. **11** (1912).
210. Sieber, B., Zellstoff u. Papier **1** (1921); Chem. Ztrbl. 1922.
211. Griffin, L. M., J. industr. and engin. chem. **6** (1914); Chem. Ztrbl. (1914), II.
212. Lindet, L., Bull. Soc. Chim. de France **15** (1914); Chem. Ztrbl. (1914); II.
213. Fellenberg, Mitt. f. Lebensmittelunters. und Hyg. **8** (1917); Chem. Ztrbl. 1917.
214. Johnsen, Bj. u. Hovy, W., Journ. Soc. Chem. Ind. **37** (1918); Chem. Ztrbl. (1919), II.
215. Dore, H. W., J. ind. and engin. chem. **13** (1921); Chem. Ztrbl. (1921), IV.
216. v. Wissel, Landw. Versuchsstation **96** (1920); Chem. Ztrbl. (1920), IV.
217. Klason, P., 1. Svensk kem. Tidskr. **33** (1921); Chem. Ztrbl. (1921), IV. 2. 5. Internat. Kongreß für angew. Chemie **1** (1903). 3. Verhandl. des Vereins der Papier- u. Zellstoffchemiker (1908). 4. Schriften des Vereins der Papier- und Zellstoffchemiker (1911). 5. Der Papierfabrikant (1910). 6. Svensk kem. Tidskr. 1897. 7. Arkiv for Kemi **6** (1917); Chem. Ztrbl. **90** (1919).
218. Mahood, J. ind. and engin. chem. **12** (1921); **13** (1921); Chem. Ztrbl. (1920), IV; (1921), IV.
219. Schwalbe u. Becker, Zellstoff und Papier **1** (1921); Chem. Ztrbl. (1921).
220. Pollak, L., Collegium 1914 und 1915; Chem. Ztrbl. (1915), I; (1916), I.
221. Frémy u. Terreil, Bull. Soc. chim. **9** (1868).
222. Bühler, F. A., Die chem. Industrie **26** (1903).
223. Krause, Chem. Ind. **29** (1901).
224. Schellenberg, Ber. Bot. Ges. **23** (1905).
225. Chalmot, Amer. chem. Journ. **15** (1893).
226. Tollens, Neue Ztschrift. f. Zuckerindust. **37** (1896).
227. Wolff u. Ruff, Ber. Chem. Ges. **32** (1899).
228. Stoklasa, Z. f. Zuckerind. in Böhmen **23** (1898/1899).
Götze u. Pfeifer, Landw. Versuchsstationen **47** (1896).
229. Tollens u. Witsoe, Ber. Chem. Ges. **33** (1900).
230. Mananesi, A. u. Tonegutti, M., Stazioni sperm. agrarie ital. **43** (1910).
231. Sebelin, Chem. Ztg. **30** (1906).
232. Czapek, Biochemie d. Pflanzen, I; Ztschr. physiolog. Chemie **27** (1899).
233. Böddener u. Tollens, J. f. Landw. **58** (1910).
234. Migaku, Ishida u. Tollens, B., J. f. Landw. **59** (1911).
235. Kröber, J. f. Landw. **48** (1901) u. **49** (1902).
236. Tollens, J. für Landw. **44** (1896); Z. f. physiol. Chemie **36** (1902).
237. De Chalmont u. Tollens, Landw. Versuchsstation **39** (1891).
238. Jäger u. Unger, Ber. Chem. Ges. **35** (1902).
239. Hotter, Chem. Ztg. **17** (1893).
240. Flohil I. T., Chem. Weekl. 1910.
241. Flint u. Tollens, Landwirtsch. Versuchsstation **42** (1893).

242. Günther u. Tollens, Ber. Chem. Ges. **23** (1890).
243. Stone, E., Ber. Chem. Ges. **24** (1891).
244. Jolles, Z. analyt. Chem. **45** (1906).
245. Ponmarède u. Figuier, C. R. **23** (1846); **25** (1847).
Tomson, J. prakt. Chemie **12** (1879); Ber. Chem. Ges. **12** (1879).
246. Koch, Ber. Chem. Ges. **20** (1887).
247. Storrer, Bull. Bussey Inst. (1897), II.
248. Schuppe, Pharm. Zeitschrift für Rußland 1885.
249. Okamura, Landw. Versuchsstationen **45** (1895).
250. Wieler, Landw. Versuchsstationen **32** (1885).
251. Klason, Arkiv f. Kemi Mineral **3** (1908).
Klason u. Fagerlind, Arkiv f. Kemi Mineral **3** (1908).
252. Koroll, Diss. Dorpat 1880.
253. Dragendorff, Pharm. Ztschrift für Rußland **21** (1882).
254. Johnson, Amer. Chem. Journ. **18** (1896).
255. Schmidt, E. u. Graumann, Ber. Chem. Ges. **54** (1921); Chem. Ztrbl. (1912), III.
256. 1. Runge, Pogg. Ann. **31** (1834). 2. Schapringer, Dingl. Polytech. Journ. **176** (1863). 3. Wiesner, Karstens bot. Untersuchungen **1** (1867). 4. v. Höhnel, Sitzungsbericht der Wiener Akad. der Wissenschaften **76** (1877).
257. 1. Wurster, Ber. Chem. Ges. **20** (1887). 2. Ungar, Diss. Zürich 1914.
258. Hegeler, Thallinsulfat. Flora 1899.
259. Tommasi, Ber. Chem. Ges. **14** (1881).
260. Nickel, Die Farbenreaktionen d. Kohlenstoffverbindungen. Berlin 1890; Chem. Ztg. **11** (1887).
261. Molisch, Verh. der k. u. k. bot. Gesellschaft Wien **37** (1887). Ber. Bot. Ges. **4** (1886).
262. Covelli, Chem. Ztg. **25** (1901).
Hoffmeister, Flachs und Leinen 1907.
263. Piutti, Gazz. chim. ital. **28** (1898).
264. Seliwanoff, Bot. Ztrbl. **45** (1891).
265. Wheeler, Ber. Chem. Ges. **40** (1888).
266. Bergé, A., Bull. Soc. chim. de Belg. **20** (1906).
267. Plaut, Ber. Bot. Ges. **33** (1915).
268. Ihl, A., Chem. Ztg. **9** (1885), **13** (1889), **14** (1890), **15** (1891).
269. Beckmann, Liesche, O., Lehmann, F. u. Lindner, K., Bioch. Ztschr. **139** (1923).
270. Seidel, Z. angew. Chem. **12** (1898).
271. Bräutigam, W., Chem. Ztrbl. 1900.
272. v. Lippmann, Ber. Chem. Ges. **37** (1904).
273. Bayer, Ann. Chem. u. Pharm. **140** (1866).
274. Singer, Sitzungsber. d. k. Akad. der Wissensch. Wien **85** (1882); Monatsh. f. Chem. **3** (1882).
275. Niggl, Flora **64** (1881).
276. Mattivolo, Ztschr. d. wiss. Mikroskopie **3** (1885).
277. Erdmann, E., Ber. Chem. Ges. **32** (1899).
278. Grafe, Sitzungsber. d. k. Akad. der Wiss. Wien **113** (1904); Österr. Bot. Ztschr. **55** (1905) u. Monatsh. f. Chem. **25** (1904).
279. Mäule, Beiträge z. wiss. Botanik **4** (1901).
280. Combes, Bull. Soc. pharm. **13** (1906); Ref. Bot. Ztrbl. **104** (1907).
281. Ellram, Sitzungsber. d. Naturf. Ges. Dorpat, Chem. Ztg. **20**.
282. Grandmougin, Ber. Chem. Ges. **40** (1907).
283. Hegler, Flora **73** (1890).
284. Casparis, Pharm. Monatsh. **1** (1920)
285. Grüß, J., Ber. Bot. Ges. 41 (1923).
286. Fischer, E., Ber. Chem. Ges. **47** (1914).
287. Bergmann u. Schotte, Ber. Chem. Ges. **54** (1921).
288. Taugl, Flora **32** (1874); **57** (1874).
289. Schaeffer, Ber. Chem. Ges. **1** (1869).
290. Wichelhaus u. Lange, Ber. Chem. Ges. **49** (1916).
291. Adler, Bioch. Ztschr. **128** (1922).
Tauß, Dingl. Polyt. J. **276** (1890).
292. Linde, Arch. Pharm. **244** (1906).
König u. Hühn, Bestimmungen der Zellulose in Holzarten und Gespinstfasern.
293. Hancock u. Dahl, Ber. Chem. Ges. **28** (1895).
294. Heuser u. Sieber, Z. angew. Chem. **26** (1913).
295. Lewakowsky, Justs bot. Jahresbericht 1882.
296. Marowsky, Chem. Ztrbl. 1888, II.
297. Géneau de Lamarlière, Bull. Soc. Bot. **49**.
298. Chodat, R., Arch. sc. phys. et nat. 3. sér. T. XXV (1891).
299. Chalon, J., Bull. Soc. de Belgique, Bd. XXXVII (1898).
300. Pfeiffer, Ztschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. XIV (1897).
301. Plaut, Ber. Bot. Ges. **33** (1915).
302. Lagerheim, Svensk Pharmazeut Tidskr. **20** (1902).
303. Godfrin, Bull. soc. de France **46** (1899).
304. Lange, Flora **74** (1891).
305. Nathanson, Jahrb. f. wiss. Botanik **32** (1898).
306. Schellenberg, Jahrb. f. wiss. Botanik **29** (1896).
307. Warburg, Ber. Bot. Ges. **11** (1893).
308. Wiscelius, H., Jost, K. u. Kleinstück, M., Tharander forstl. Jahrbuch **60** (1909).
309. Sonntag, Landw. Jahrb. **21** (1891); Ber. Bot. Ges. **19** (1901); Jahrb. f. wiss. Botanik **39** (1903).
310. Jonas, K. G., Z. angew. Chem. **34** (1921); Chem. Ztrbl. 1921.
311. Willstätter, R., u. László Zechmeister, Ber. Chem. Ges. **46** (1913).
312. Hägglund, Arkiv för Kemi, Min. och Geol. **7** (1918); Chem. Ztrbl. 1919.
313. Schmidt u. Graumann, Ber. Chem. Ges. **54** (1921).
314. Schneider, H., Ztschr. f. wiss. Mikroskopie **31** (1914).
315. Ewart, J., Proc. Royal Soc. London. Serie B. **88** (1915), Bot. Ztrbl. (1915), II.
316. Benedikt u. Bamberger, Monatsh. f. Chem. **11** (1890).
317. Zemplén, Abderhalden Bioch. Handlexikon **2**.
318. Bühler, Chem. Ztrbl. 1903, Z. angew. Chem. **11** (1898).

319. Payen, M., C. R. **7** (1838).
320. Renker, M., Dissertation, Berlin 1909.
321. Schuppe, N., Disseration, Dorpat 1882.
322. Fremy, E., C. R. **83** (1876).
323. Schulze, F., Chem. Ztrbl. 1857.
324. Erdmann, J., Ann. **5**, Supplb. 1867.
325. Holmberg, B., Ber. Chem. Ges. **54** (1921).
326. Buchner, H., Verh. der Ges. d. Naturf. und Ärzte **78**, Vers. (1906).
327. Melander, K. H. A., Chem. Ztrbl. **90** (1919).
328. Dorée u. Cunningham, J. Chem. Soc. **103** (1913).
329. v. Fellenberg, Th., Bioch. Ztschr. **85** (1918).
330. Beckmann, Liesche u. Lehmann, Bioch. Ztschr. **121** (1921).
331. Beckmann u. Liesche, Bioch. Ztschr. **121** (1921).
332. Häuser u. Skiölderbrand, Z. angew. Chem. **32** (1919).
333. Cross u. Tollens, Ber. Chem. Ges. **43** (1910), Compt. rend. 1911.
334. Mourdfield, R., Dissertation, München 1906.
335. Pringsheim u. Magnus, Z. physiol. Chem. **105** (1919).
336. Mer, E., C. R. **106** (1887).
337. Jean, F., Bull. soc. bot. **28** (1875).
338. Latour u. Cazeneuve, Bl. **24** (1875).
339. Latour u. Cazeneuve, Bl. **24** (1875); Gautier, C. R. **85** (1877).
340. Perkin u. Gunnel, J. Chem. Soc. **69** (1896).
341. Trimble u. Peacock, Ann. Chem. Journ. **15** (1893).
Dietrich, Vierteljahrschr. f. Pharmazie **15** (1866).
Rochleder, J. praktr. Chem. **100** (1867).
Luca, Ber. Chem. Ges. **14** (1881).
Naß, Justs bot. Jahresber. **1** (1884).
Trimble, Ann. Journ. Pharm. **66** (1894).
Körner, Z. angew. Chem. **18** (1906).
342. Böttinger, Ann. **238** (1887), **240** (1887), **259** (1890), **263** (1892).
Körner, Z. angew. Chemie. **19** (1906).
Jedliczka, Chem. Ztrbl. (1909), I.
343. v. Liebig, J., Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie.
344. Guérin, C. R. **125** (1897).
345. Thoms, G., Landw. Versuchsstationen **23** (1879).
346. Schübler, Schübler u. Hartig, J. prakt. Chem. **7** (1836).
347. Klason, v. Heidenstamm u. Morlin, Z. angew. Chem. **23** (1910).
348. Pasqualis, G., Chem. Ztrbl. (1897), II.
349. Streeb, Dissertation, Göttingen 1892.
350. Seidel, Seidel u. Hanak, Mitt. des Technolog. Gewerbemuseums in Wien **7** (1897).
351. Hönig, Monatsh. f. Chem. **39** (1918).
352. Jonaß, K. G., Z. angew. Chem. **34** (1921).
353. Lange, Z. physiol. Chem. **14** (1889) und (1890).
354. Karrer, Zellulosechemie **2** (1921).
355. Irvine u. Oldhame, J. Chem. Soc. **119** London 1923.
356. Ceibbeus, Merzerisation, J. Soc. Dyers a Colourists **39** (1923).
357. Esselen jr., G., Ind. and Engin. Chem. **15** London 1921.
358. Favre, J. Pharm. et Chim. **29** (1923).
359. Dörr, Z. angew. Chem. **36** (1923).
360. Gault, H. u. Brindaban Chandra Mukerji, C. R. **178**; Bot. Ztrbl. (1924), II.
361. Fontes u. Thioville, C. R. soc. de biolog. **84** (1921); Bot. Ztrbl. (1921), IV.

W. v. Brehmer.

Kautschuk, Guttapercha u. Balata (Kautschukgruppe).

(A. Zimmermann.)

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Allgemeiner Teil 1648
I. Einleitung 1648
II. Geschichte und Verwendung . . 1648
1. Kautschuk 1648
2. Guttapercha 1651
3. Balata 1652
III. Die Milchsaftbehälter und der Milchsaft 1652
1. Die Milchsaftbehälter 1652
2. Die mikroskopische Untersuchung des Milchsaftes . . . 1654
3. Die chemische Zusammensetzung des Milchsaftes . . . 1655
a) Wasser 1655
b) Die Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe 1656
c) Harze 1656
d) Stickstoffhaltige Bestandteile 1657
e) Kohlenhydrate und Glukoside
f) Gerbstoffe 1658
g) Farbstoffe, Chromogene und Enzyme 1658
h) Andere organische Verbindungen 1659
i) Aschenbestandteile 1659
4. Die Reaktion des Milchsaftes . 1660
5. Die physikalischen Eigenschaften des Milchsaftes 1660
6. Die Funktion des Milchsaftes 1660
IV. Gewinnung und Aufbereitung der Handelsware 1663
1. Die Kautschukgewinnung . . 1663
a) Die Kautschukgewinnung durch Anschneiden der Pflanzen 1663
b) Die direkte Kautschukgewinnung 1667
2. Die Aufbereitung des Rohkautschuks 1668
3. Die Gewinnung und Aufbereitung von Rohguttapercha und Rohbalata 1671
V. Die Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe 1671
a) Reinkautschuk 1671
b) Reinguttapercha 1675
c) Reinbalata 1676
VI. Die physikalischen Eigenschaften der Handelsprodukte 1676
a) Rohkautschuk 1676
b) Rohguttapercha 1679
c) Rohbalata 1679
VII. Die chemische Zusammensetzung der Handelsprodukte 1679
a) Rohkautschuk 1679
1. Mechan. Verunreinigungen . 1679
2. Wassergehalt 1680
3. Harze 1680
4. Stickstoffhalt. Verbindungen 1683
5. Aschengehalt 1683
b) Rohguttapercha 1683
c) Rohbalata 1685

Seite

VIII. Die mikroskopische Untersuchung der Handelsprodukte 1686
IX. Die Bewertung und Prüfung der verschiedenen Handelsprodukte . 1687
1. Die chemische Untersuchung des Rohkautschuks 1689
a) Die Methode der Rohkautschukanalyse von Spence 1689
b) Die Bestimmung des Waschverlustes 1690
c) Die Bestimmung des Harzgehaltes 1692
d) Die Bestimmung des Reinkautschuks 1693
e) Die Bestimmung des unlöslichen Anteils des Rohkautschuks 1694
f) Die Bestimmung der stickstoffhaltigen Substanzen . . 1694
g) Die Bestimmung des Aschengehaltes 1694
h) Die Bestimmung des Säuregrades 1694
2. Die Viskositätsbestimmung der Kautschuklösungen 1695
3. Das Verhalten bei der Vulkanisation 1696
4. Die Prüfung des vulkanisierten Kautschuks 1698
X. Überblick über die Produktion der Handelsprodukte 1698
a) Kautschuk 1698
b) Guttapercha 1703
c) Balata 1704
B. Besonderer Teil 1705
I. Die Kautschuk, Guttapercha und Balata liefernden Pflanzen . . . 1705
a) Musaceae 1705
b) Moraceae 1705
c) Loranthaceae 1715
d) Trochodendraceae 1716
e) Menispermaceae 1716
f) Euphorbiaceae 1716
g) Celastraceae 1733
h) Hippocrateaceae 1733
i) Tiliaceae 1734
k) Fouquieriaceae 1734
l) Sapotaceae 1734
m) Apocynaceae 1742
n) Asclepiadaceae 1760
o) Campanulaceae 1762
p) Compositae 1762
II. Die Produktion der verschiedenen Länder 1764
a) Südamerika 1765
b) Zentralamerika 1769
c) Nordamerika 1770
d) Afrika 1770
e) Asien und Australien 1777
C. Literaturverzeichnis . . . 1782
a) Zeitschriften und Sammelwerke 1782
b) Einzelwerke 1783

A. Allgemeiner Teil.

I. Einleitung. In dieser Gruppe sollen außer dem Kautschuk auch Guttapercha, Balata und verwandte Stoffe vereinigt werden. Diese Vereinigung wird dadurch gerechtfertigt, daß alle diese Körper nicht nur in ihrem physikalischen Verhalten und in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphäre und vieler Reagenzien, sondern auch in ihrer chemischen Zusammensetzung eine weitgehende Übereinstimmung zeigen. Namentlich bei manchen große Mengen von fremdartigen Beimengungen enthaltenden Stoffen ist es sogar schwer festzustellen, ob wir dieselben als Kautschuk, Guttapercha oder Balata bezeichnen sollen. Die besseren Kautschuksorten des Handels sind aber leicht daran zu erkennen, daß sie, wie die meisten der aus denselben hergestellten Produkte, durch große Elastizität ausgezeichnet sind. Die Guttapercha bildet dagegen bei gewöhnlicher Temperatur eine lederartig harte, unelastische Masse, die beim Erwärmen in einen teigartig knetbaren Zustand übergeht. Die echte Balata nimmt eine Übergangsstellung zwischen Kautschuk und Guttapercha ein.

Die Handelssorten von Kautschuk, Guttapercha und Balata stimmen übrigens auch insofern überein, als sie sämtlich aus dem Milchsaft von Pflanzen gewonnen werden, die vorwiegend in den Tropen gedeihen [1]).

II. Geschichte und Verwendung. 1. **Kautschuk.** Der Kautschuk wurde schon vor der Entdeckung Amerikas von den Eingeborenen Zentral- und Südamerikas zur Herstellung von Spielbällen, Gummischuhen und verschiedenen Gefäßen, sowie zum Imprägnieren von leinenen Mänteln benutzt, und zwar diente zur Herstellung desselben der Milchsaft von *Castilloa* und *Hevea*-Arten. Nach Ule (I, 24) wurden daraus in Südamerika auch kleine Spritzen (»*seringa*«) hergestellt, und es ist hierauf die jetzt übliche Bezeichnung der *Hevea*-Bäume (»*Seringueira*«) zurückzuführen.

Auch die Urbewohner Ostindiens scheinen nach Roxburgh (III, 544) seit alter Zeit den Milchsaft von *Ficus elastica* zur Verfertigung von Fackeln und zur Ausdichtung von Körben, die zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten bestimmt waren, verwendet zu haben.

In Europa wurde zuerst von Charles de la Condamine auf den Kautschuk aufmerksam gemacht. Nach Jumelle (I, 4) bereiste dieser Forscher als Leiter der Expedition zur Messung eines Meridiangrades die Äquatorgegenden und sandte 1736 von Quito aus an die Pariser Akademie »einige Rollen einer schwärzlichen, klebrigen Masse, die in dieser Stadt unter dem Namen »*caoutchouc*« bekannt ist«. Der in Guayana entdeckte Kautschukbaum wurde 1762 von Fusée-Aublet als *Hevea guyanensis* beschrieben, während die von de la Condamine im westlichen Brasilien aufgefundene Art von Kunth *Siphonia brasiliensis* genannt und später von Müller Argau als *Hevea brasiliensis* bezeichnet wurde.

Obwohl die Eigenschaften des Kautschuks im großen und ganzen richtig erkannt wurden — Ingen Housz hatte schon 1780 bei Durchführung seiner gasometrischen Versuche Kautschukröhren benutzt (Wiesner I, 75) —, wurde bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts der Kautschuk beinahe nur zum Auswischen von Bleistiftlinien verwendet. Außerdem machte man gelegentlich aus Kautschuk wasserdichte Kleider von höchst unangenehmem Geruch, Schuhe, mit denen man aber in der Sonne nicht gehen durfte, weil sie sonst an den Füßen klebten, dann Röhrchen, Tabaksbeutel, Gummipuppen u. a. m. (Henriques I, 7). In dieser Zeit war der Bedarf an Kautschuk mit 400 Tonnen jährlich gedeckt. Seither hat sich aber die Verwendungsweise des Kautschuks außerordentlich vervielfältigt, besonders nach Einführung des Vulkanisationsprozesses, der

[1]) Bezüglich der Literaturzitierung sei bemerkt, daß für die benutzten Zeitschriften und Sammelwerke die in dem Teil a des Literaturverzeichnisses angeführten Abkürzungen benutzt sind. Von den hinter diesen befindlichen Zahlen gibt die erste das Erscheinungsjahr oder die Bandzahl, die zweite die Seitenzahl an. Die Titel der Einzelwerke befinden sich in dem Teil b des Literaturverzeichnisses, und es gibt in dem Text die hinter dem Autornamen befindliche römische Zahl die im Literaturverzeichnis angeführte Nummer der zitierten Arbeit des betreffenden Autors, die arabische die Seitenzahl an.

nach zwei verschiedenen Methoden, die als Heiß- und Kaltvulkanisation bezeichnet werden, ausgeführt werden kann.

Die Heißvulkanisation wurde im Jahre 1839 von dem Amerikaner Charles Goodyear erfunden und im Jahre 1842 erschienen die ersten nach diesem Verfahren hergestellten Waren auf dem europäischen Markte. Die Fabrikation geschieht in der Weise, daß der trockene Kautschuk mit sehr fein gepulvertem Schwefel und häufig auch mit verschiedenen Beimengungen, wie Faktis, Vulkanisationsbeschleunigern, Färbemitteln u. dgl., gemischt und gründlich durchgeknetet wird und daß dann diese Masse über den Schmelzpunkt des Schwefels hinaus erhitzt wird.

Bei der im Jahre 1846 von Alexander Parker erfundenen Kaltvulkanisation wird dagegen die Kautschukmasse in eine Lösung von Schwefelchlorür (SCl_2) im Schwefelkohlenstoff oder einem anderen Lösungsmittel hineingetaucht, oder es wird eine derartige Lösung mit einem Pinsel auf den Kautschuk aufgestrichen.

Der vulkanisierte Kautschuk unterscheidet sich nun von dem Rohkautschuk durch größere Elastizität und Festigkeit und namentlich auch dadurch, daß er innerhalb viel weiterer Temperaturgrenzen seine Elastizität behält. Während nämlich der nicht vulkanisierte Kautschuk bei 4° hart und starr und bei etwa 50° weich und klebend wird, behält gut vulkanisierter Kautschuk seine Geschmeidigkeit unter 0° und bei mehr als 150° unverändert. Ferner ist bei dem vulkanisierten Kautschuk auch die Neigung zur Oxydation sehr stark vermindert und infolgedessen die Haltbarkeit erhöht. Auch gegen Alkalien und Säuren und andere Reagenzien ist der vulkanisierte Kautschuk viel widerstandsfähiger als der Rohkautschuk.

Die Elastizität und Festigkeit des bei der Vulkanisation erhaltenen Produktes hängt weitgehend von der Menge des zugesetzten Schwefels und der anderen Beimengungen und der Vulkanisationszeit ab, so daß man es ganz in der Hand hat, dem Vulkanisat die für die betreffende Verwendungsart erwünschten Eigenschaften zu geben. So erhält man bei Zusatz geringer Schwefelmengen und schwacher Vulkanisation ein weiches und sehr elastisches, bei Verwendung größerer Schwefelmengen aber ein mehr lederartig festes Produkt. Bei Zusatz sehr großer Schwefelmengen und starker Vulkanisation wird schließlich der sogenannte Hartkautschuk (Ebonit) gewonnen. Dieser wurde von Nelson Goodyear, dem Sohne von Charles Goodyear, im Jahre 1852 zuerst hergestellt. Er ist hart wie Horn oder Elfenbein und wie diese der feinsten Politur zugänglich und, wenn auch etwas schwieriger, mit Schneidewerkzeugen zu bearbeiten. Er ist ferner ein schlechter Leiter für Wärme und Elektrizität.

Aus dem vulkanisierten Kautschuk, der auch vielfach als Gummi oder im Gegensatz zu dem eine ganz andere Zusammensetzung besitzenden Gummi arabicum als Gummi elasticum bezeichnet wird, wird nun eine große Menge von verschiedenen Artikeln hergestellt. Ich erwähne nur: Radiergummi, Gummischuhe und wasserdichte Stoffe, Pfropfen, Schläuche, Verdichtungsplatten, Kautschukschwämme. Als Hartgummi (Ebonit) dient er als Ersatz für Horn zur Herstellung von Kämmen u. dgl., zur Herstellung von chirurgischen Instrumenten und vielem anderen. Geschmolzener oder gelöster Kautschuk dient als Verschlußmittel oder zur Bereitung von Pflastern u. dgl.

Ganz enorme Mengen von Kautschuk werden aber namentlich zur Herstellung der Automobil- und Fahrradreifen verbraucht, und es war hierauf in erster Linie zurückzuführen, daß die Kautschukpreise in den Jahren 1905—1910 eine solche Höhe erreichten, daß selbst die minderwertigsten Kautschuksorten noch in der Industrie Verwendung fanden und daß man sich nach allerlei Ersatzstoffen für den Kautschuk umsah.

In der Industrie sind solche Kautschuksurrogate unter der Bezeichnung »Faktis« bekannt. Nach Henriques (T. 2, 81) sind diese entweder in der Kälte hergestellte Additionsprodukte von Leinöl, Rüböl, Rizinusöl, Baumwollöl und Chlorschwefel (weiße Faktis), oder sie werden durch Erhitzen der genannten Öle mit Schwefel erzeugt (braune Faktis). Der »künstliche Kautschuk« aus Sojabohnen

(Erfindung von Gössel und Sauer, D. R. P. Nr. 228 887, vgl. T. 15, 112) ist nichts anderes als Faktis, zu dessen Herstellung die Erfinder anstatt eines der oben angegebenen Öle Sojabohnenöl verwenden (T. 15, 173). Das auf den Markt unter dem Namen »Mineralkautschuk« gebrachte Produkt wird aus einzelnen Sorten natürlicher, in Amerika vorkommender Asphalte erzeugt.

Namentlich während der Kriegszeit hat in Deutschland ferner der sogenannte »regenerierte Kautschuk« eine große Bedeutung gehabt. Derselbe stammt von dem im Konsum abgestoßenen Altmaterial, das schon seit langer Zeit mechanisch zerkleinert oder nach Behandlung mit Lösungsmitteln zur Herstellung von Gummifabrikaten, bei denen es nicht auf besonders gute Qualität des Kautschuks ankam, dem frischen Kautschuk beigemengt wurde.

Um nun aber den Altkautschuk in der gleichen Weise wie frischen Kautschuk verwenden und nochmals vulkanisieren zu können, ist es nicht nur erforderlich, aus demselben den darin enthaltenen Schwefel und die etwaigen Füllstoffe zu entfernen, sondern namentlich auch dem Kautschukkohlenwasserstoffe wieder die für den Naturkautschuk charakteristischen kolloiden Eigenschaften zu verleihen (cf. Harries & Fonrobert, K. Z. 19, 1). Die Anwendung der zu diesem Zwecke ausgearbeiteten Regenerationsmethoden veranlaßt aber so hohe Kosten, daß der regenerierte Kautschuk bei den jetzigen niedrigen Kautschukpreisen sehr an Bedeutung verloren hat.

Außerdem wurden auch aus dem synthetisch hergestellten künstlichen Kautschuk bereits die verschiedenartigsten Artikel hergestellt, die im ganzen recht befriedigende Eigenschaften besaßen. Bei den jetzigen niedrigen Gewinnungskosten des natürlichen Kautschuks vermag aber der nach den bisher erfundenen Methoden hergestellte künstliche Kautschuk mit dem natürlichen Kautschuk nicht zu konkurrieren.

Infolge der ungeheuren Zunahme der von den ostasiatischen Plantagen an den Markt gebrachten Kautschukmengen vermochte auch die Industrie, obwohl namentlich durch die enorme Ausdehnung der Automobilfabrikation der Kautschukbedarf immer mehr zunahm, die Menge des produzierten Kautschuks nicht mehr zu bewältigen, und es trat auf dem Weltmarkte ein derartiger Preissturz ein, daß die minderwertigen, größere Gewinnungskosten verlangenden Kautschuksorten immer mehr von dem Markte verschwanden. Um einen weiteren Preissturz zu verhindern, sah man sich sogar genötigt, die Produktion des Plantagenkautschuks einzuschränken, und man hat sich auf der anderen Seite auch bemüht, für den Kautschuk neue Verwendungsmöglichkeiten zu finden.

So wurde z. B. mehrfach empfohlen, den Kautschuk zur Straßenpflasterung zu benutzen. Einige an besonders verkehrsreichen Orten gemachte Versuche haben auch in der Tat ergeben, daß der Kautschuk für diesen Zweck sehr gut zu verwenden ist und den bisher benutzten Materialien gegenüber manche Vorteile bietet. Eine ausgedehntere Verwendung hierfür wird aber anscheinend dadurch verhindert, daß es bisher noch nicht gelungen ist, eine geeignete Unterlage für die Kautschukplatten oder -blöcke zu finden und beide dauerhaft miteinander zu verbinden (G. Z. 36, 74).

Neuerdings wurde ferner auch kautschukhaltiges Papier hergestellt, und es soll nach Versuchen von Kaye (G. Z. 37, 66) durch diesen Zusatz die Herstellung des Papiers verbilligt und seine Qualität verbessert werden.

Nach G. Z. (36, 1094) ist es F. Jones gelungen, aus Kautschuk völlig durchsichtige, biegsame, glasähnliche Blätter herzustellen, die einer vielfachen Verwendung fähig sind.

Schließlich sei noch erwähnt, daß seit einiger Zeit in Ostasien, namentlich in Ceylon, direkt aus nicht vulkanisiertem Kautschuk Schuhsohlen hergestellt werden, die durch große Elastizität ausgezeichnet sind. Ihre Herstellung geschieht in der Weise, daß dünner Crêpe-Kautschuk, der in der Wärme getrocknet wird, im noch warmen Zustande zusammengewalzt wird. Im Jahre 1923 wurden zu diesem Zwecke bereits 2500—3000 t Kautschuk verarbeitet.

Auf alle Fälle dürfte damit zu rechnen sein, daß der Kautschuk bei der Mannig-

faltigkeit der aus ihm herzustellenden Produkte bei Niedrigbleiben der Kautschukpreise, mit der Zeit auch noch für andere Zwecke Verwendung finden wird.

2. Guttapercha. Guttapercha wird von den Malayen schon seit langer Zeit zu Heften und Griffen von Messern und Waffen und zu Axtstielen verwandt. Nach Europa wurde die erste Probe von Guttapercha nach Clouth (I, 138) im Jahre 1656 von einem englischen Reisenden John Tradescant, gebracht und von diesem als »Mazer Wood« beschrieben. Die Probe kam in das Museum Tradescantium in South-Lambeth bei London, soll jedoch von dort heute spurlos verschwunden sein. Das Produkt geriet in Vergessenheit, bis 1832 der englische Arzt Montgomery erfahren hatte, daß die Eingeborenen von Singapore sich zur Herstellung ihrer Axtstiele eines ganz besonderen Gummis bedienen, und es ihm gelungen war, Näheres über diese seltsame Substanz zu erfahren. Montgomery verschaffte sich eine Probe der fraglichen Substanz, erkannte ihre merkwürdigen Eigenschaften und berichtete 1843 über seine Wahrnehmungen dem Medical Board in Kalkutta. Gleichzeitig veranlaßte er den spanischen Arzt Dr. José d'Almeida, die Entdeckung der Royal Society of Arts in London anzuzeigen und Proben der Substanz dorthin zu senden. Die ersten Versuche, die in England über die Verwendbarkeit des Stoffes ausgeführt wurden, schlugen fehl, weshalb die englische Industrie die Substanz weiter nicht verwertete. Einige Proben gelangten jedoch nach Paris; dort wurde der Sache mehr Aufmerksamkeit geschenkt, und als im Jahre 1845 Lagrénée größere Mengen Guttapercha nach Paris gebracht hatte, wurden diese genauer untersucht und mehreren Industriellen zur Verfügung gestellt. 1846 nahmen dann Alexandre, Cabriol und Duclos ein Patent auf die Verwertung der Guttapercha, und damit (28. Juli 1846) war die Guttapercha in die europäische Industrie eingeführt und hat sich ihrer kostbaren Eigenschaften wegen schon kurze Zeit nach ihrer Einführung zu großer industrieller Bedeutung aufgeschwungen.

Die in den Handel kommende Guttapercha muß nun ebenso wie der Rohkautschuk, bevor sie den verschiedenen industriellen Zwecken dienlich gemacht wird, einer Reihe von Vorbehandlungen unterworfen werden, die alle das Ziel haben, den Rohstoff von den noch zurückgebliebenen Resten fremder Beimengungen wie Sand, Holz und Rindenteile, Wasser und Luft zu befreien. Je höher die Ansprüche sind, die an das Rohmaterial gestellt werden, desto reiner muß letzteres sein. Die höchsten Ansprüche werden an die Guttapercha bei ihrer wichtigsten Verwendung, nämlich bei der als Isolierungsmittel für elektrische Leitungen bei Herstellung submariner und unterirdischer Kabelleitungen gestellt. Außer zu der Kabelfabrikation findet aber die Guttapercha noch sonst eine sehr ausgedehnte und verschiedenartige Anwendung. Ihre Dehnbarkeit und Elastizität bei Temperaturen unter 50° C machen es möglich, ihr auf leichtere Weise Form zu geben, als dies bei Kautschuk der Fall ist, mit dem sie übrigens mehrere Verwendungen gemeinsam hat. Eine nächst wichtige Anwendung ist die zur Herstellung von Röhren für Kaltwasser-, Bier-, Wein- usw. Leitungen, von Treibriemen in nicht zu warmen Räumen, Geschirren und Gefäßen der verschiedensten Art. Weiter dient Guttapercha zur Abformung plastischer Gegenstände, zu verschiedenen chirurgischen Zwecken usw. Durch Auflösung der Guttapercha in Chloroform wird eine Art Kollodium, das sogenannte Traumatizin, bereitet, das arzneiliche Anwendung zum Verschluß von Wunden findet. Andere Guttaperchalösungen werden zur Herstellung wasserdichter Zeuge, zur Erzeugung verschiedener Lacke und Firnisse usw. verwendet.

Guttapercha läßt sich so wie Kautschuk vulkanisieren und hornisieren, doch gehen bei diesem Prozeß ihre charakteristischen Eigenschaften verloren, weshalb vulkanisierter Guttapercha keine besondere industrielle Bedeutung zukommt (Clouth I, 212).

Bei dem großen Verbrauch von Guttapercha hat man vielfach für sie ebenso wie für Kautschuk verschiedene Ersatzstoffe in den Handel gebracht. Diese »Guttapercha-Surrogate« werden auf die verschiedenste Weise hergestellt. Meist werden Mischungen von Harzen, Wachs

(Karnaubawachs), Ölen oder Asphalten mit oder ohne Zusatz von Kautschuk oder Guttapercha hierzu verwendet. Ferner dient als Ersatz für Guttapercha auch Ozokerit, ein in Galizien bergmännisch gewonnener Kohlenwasserstoff, der mit Kautschuk zusammengemengt als Nigrit bezeichnet wird. Weiter werden auch die bei der Guttaperchafabrikation sich ergebenden Abfälle, sowie Altmaterial wieder verwandt. Endlich spielen als natürliche Ersatzmittel der Guttapercha minderwertige Guttapercha-, Balata- und Kautschuksorten eine Rolle.

3. **Balata.** Die Balata wurde erst im Jahre 1857 durch Bleekrode nach Europa gebracht. Er hielt die Balata für Guttapercha und bezeichnete sie auch als »Surinam-Guttapercha«. Die wichtigste Anwendung findet Balata bei der Fabrikation von Treibriemen für kühle Räume; namentlich zum Antrieb von Dynamomaschinen werden Balatatreibriemen bevorzugt. Dann wird Balata zur Herstellung von Gummischuhsohlen, Schweißblättern, Matrizen verschiedener Art und in der Zahntechnik verwendet. Auch als Zusatz zu Guttapercha und Kautschuk, wenn diese ganz bestimmte Eigenschaften haben sollen, soll Balata gute Dienste leisten. In unvermischtem Zustande scheint jedoch Balata als Ersatz von Guttapercha seltener Verwendung zu finden, da die Eigenschaften dieser Körper, namentlich das Verhalten an der Luft und im Licht, bei Temperaturänderung zu verschiedenartig sind. Balata läßt sich gut vulkanisieren.

III. Die Milchsaftbehälter und der Milchsaft.

1. **Die Milchsaftbehälter.** Der den Kautschuk liefernde Milchsaft ist in Milchzellen, Milchröhren oder Milchgefäßen enthalten. Die Milchzellen sind einkernige Zellen, die sich in ihrer Gestalt und Größe nicht wesentlich von den Zellen der übrigen Gewebesysteme unterscheiden. Die Milchröhren stellen dagegen reichverzweigte Röhrensysteme dar, die zahlreiche Kerne enthalten, von denen aber jedes aus einer einzigen Zelle hervorgeht. Die Milchgefäße entstehen, wie die Gefäße des trachealen Systemes, aus einer großen Anzahl von Zellen, die sich durch Zellfusion miteinander vereinigen.

Milchzellen kommen unter den Kautschukpflanzen namentlich bei den *Compositen* und *Loranthaceen* vor. Bei den letzteren sind sie sogar auf die Früchte beschränkt.

Milchröhren finden sich bei den *Apocynaceen, Asclepiadaceen, Moraceen* und vielen *Euphorbiaceen.* Sie entstehen aus einer geringen Anzahl von Zellen, bei *Kickxia elastica* z. B. aus acht Zellen, die schon im Embryo des Samens angelegt und eines fast unbegrenzten Wachstums fähig sind. Bei der Entwicklung der Pflanze schieben sich diese Zellen mit ihren stark verzweigten Fortsätzen zwischen die Zellen der anderen Gewebesysteme hinein und bilden so in der ganzen Pflanze zusammenhängende Systeme.

Die Milchgefäße, die bei den beiden wichtigsten Gattungen der Kautschukgewächse *Hevea* und *Manihot* angetroffen werden, entstehen dagegen in der Weise, daß eine große Anzahl von Zellen durch mehr oder weniger vollständige Resorption der zwischen ihnen liegenden Scheidewände zu einem System von kommunizierenden Röhren verschmilzt, das sich in den wachsenden Organen dadurch ausdehnt, daß sich unausgesetzt neue Zellen dem Röhrensystem angliedern.

Bemerkenswert ist nun aber, daß in dieser Weise doch nicht ein einziges den ganzen Pflanzenkörper durchsetzendes Milchgefäßsystem geschaffen wird. Vielmehr konnte zunächst für *Hevea brasiliensis* nachgewiesen werden, daß die in den Blättern und Früchten enthaltenen Milchgefäßsysteme mit denen der jungen Zweige nicht zusammenhängen (Bobilioff, A. R. 1921, 98).

Ferner konnte für *Hevea* und *Manihot* festgestellt werden, daß bei dem Dickenwachstum der Rinde fortgesetzt neue, mit den früher gebildeten nicht in Verbindung tretende Milchsaftsysteme gebildet werden, während die einzelnen gleichzeitig von dem Kambium abgeschiedenen Gefäßsysteme im allgemeinen ununterbrochen von den jungen Zweigen aus durch den ganzen Stamm hindurch bis zu den jungen Wurzeln hin miteinander in Verbindung stehen.

Zur Illustration des Verlaufes der Milchsaftgefäße in der Rinde mag zu-

nächst der in Abb. 1 abgebildete Querschnitt durch die Rinde von *Manihot Glaziovii* dienen. Hier sind die Milchsaftgefäße durch Punktierung des Lumens und durch größere Membrandicke kenntlich gemacht. Man kann nun in dieser Abbildung beobachten, daß die einzelnen Milchsaftgefäße zu tangentialen Ringen angeordnete Stränge bilden, die in der Tangentialrichtung durch die Rindenstrahlen, in der Radialrichtung aber durch zahlreiche Zellschichten von Phloemelementen gebildet, und es befindet sich also in der Rinde eine mit ihrem Alter zunehmende Anzahl von Milchgefäßsystemen, die in zylinderförmiger Gestalt den Holzkörper umhüllen.

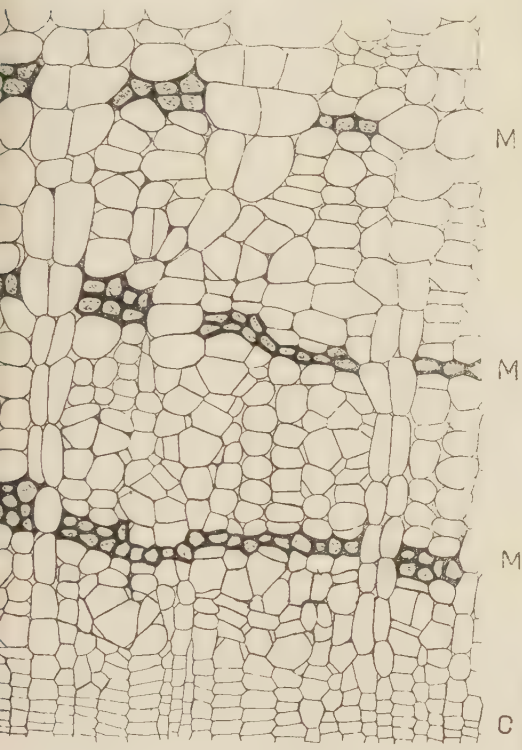


Abb. 1. Querschnitt durch die Rinde von *Manihot Glaziovii*.

Eine Verbindung dieser verschiedenen

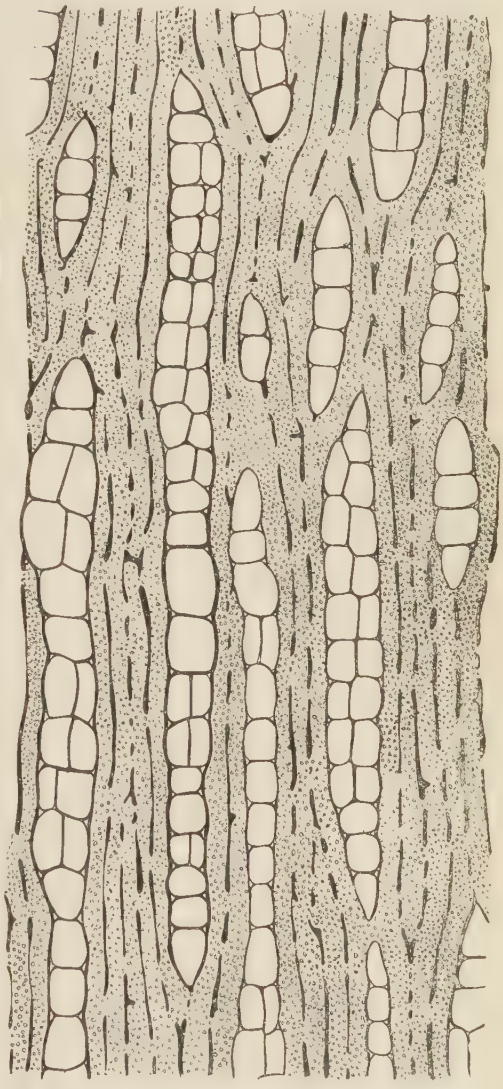


Abb. 2. Tangentialer Längsschnitt durch die Rinde von *Manihot Glaziovii*.

ten voneinander getrennt sind. Wie nun aber der in Abb. 2 abgebildete tangentiale Längsschnitt zeigt, bilden die Markstrahlen nur inselartige Unterbrechungen zwischen den in die gleiche Ebene fallenden Strängen, die also zusammenhängende zylindrische Platten von miteinander kommunizierenden Röhren bilden. Die einzelnen Platten, von denen in Abb. 1 drei enthalten sind, sind dagegen nicht durch radial verlaufende Stränge miteinander verbunden. Bei dem Dickenwachstum der Rinde werden nun innerhalb derselben fortgesetzt abwechselnd neue Schichten von Milchsaftgefäßsysteme durch radial verlaufende Stränge besteht nicht. Dahingegen scheint es nach den von Steinmann publizierten Zeichnungen (A. R. 1923, 406) zuweilen vorzukommen, daß einzelne Milchgefäßzylinder, die nicht um den ganzen Stamm herum gehen, sich mit ihren Enden an einen der benachbarten Milchgefäßzylinder anlegen.

Untersucht man nun bei *Hevea* die Rinde der alten Bäume, so beobachtet man, daß der äußerste Teil derselben durch Bildung zahlreicher Steinzellgruppen eine harte Konsistenz angenommen hat und daß in diesem Teile auch die Milchsaftgefäße größtenteils in einzelne Teile auseinandergesprengt und funktionslos geworden sind. Dieser Teil der Rinde kommt also für die Milchsaftgewinnung nicht mehr in Frage. Die größten Mengen von Milchsaft werden auch stets aus den jüngsten, dem Kambium am nächsten liegenden Gefäßsystemen erhalten.

Durch vergleichende Untersuchungen von gleichalterigen Bäumen hat man ferner festgestellt, daß in diesen die Dicke der noch weichen Rinde stark variiert, daß aber auch anderseits in gleich dicken Rinden eine sehr verschieden große Anzahl von Milchgefäßen enthalten sein kann.

Es erscheint nun von vornherein wahrscheinlich und wurde auch durch die Untersuchungen verschiedener Forscher bestätigt, daß im allgemeinen die mit einer größeren Anzahl von Milchgefäßzylindern versehenen Bäume beim Anzapfen unter sonst gleichen Umständen größere Mengen von Milchsaft liefern.

So wird denn auch die anatomische Untersuchung neben der Ertragsbestimmung in Niederländisch-Indien vielfach zur Bewertung der verschiedenen Bäume benutzt. Eine solche ist namentlich dann von praktischer Bedeutung, wenn es sich darum handelt, durch die allmähliche Entwicklung der Bäume zu dicht gewordene Bestände auszudünnen oder wenn für die vegetative Vermehrung oder für die Gewinnung guter Saat die besten Bäume ausgewählt werden sollen. Allerdings wird, wie aus den letzten Jahrgängen der A. R. zu ersehen ist, von verschiedenen Autoren die Zuverlässigkeit der allein durch anatomische Untersuchungen gewonnenen Resultate noch angezweifelt. Erwähnt sei in dieser Hinsicht, daß nach Arisz (A. R. 1921, 85) die Zahl der Milchgefäße in den verschiedenen Stammteilen des gleichen Baumes nicht konstant ist. Besondere Schwierigkeiten bildet ferner die Bewertung der Bäume durch anatomische Untersuchung der Rinde, wenn es sich um schon vielfach angezapfte Bäume handelt. In den beim Zapfen bis dicht an das Kambium abgeschabten Flächen findet zwar eine schnelle Neubildung von Milchgefäßsystemen statt. Wie nun aber diese Systeme mit denen der ungezapften Teile in Verbindung treten, scheint noch nicht genauer untersucht zu sein. Nach einer von Arisz (A. R. 1921, 89) gegebenen Abbildung scheinen diese zum Teil blind zu endigen. Von Heuser (A. R. 1921, 203) wurde ferner darauf hingewiesen, daß namentlich bei jungen Bäumen zwischen der Anzahl der Milchgefäßzylinder und der von diesen zu erhaltenden Erträge eine nur verhältnismäßig geringe Korrelation besteht.

Von Bobilioff (A. R. 1923, 205) wurde ferner nachgewiesen, daß zwischen dem Kautschukgehalt der Blätter und dem der Rinde keine Beziehung besteht.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch bei den durch Okulieren gewonnenen Bäumen in den neugebildeten Gefäßsystemen durch die Veredelungsstelle hindurch eine Verbindung besteht. Stammen aber Unterlage und das darauf gesetzte Auge von Bäumen, die eine ungleiche Zahl von Milchgefäßzylindern enthalten, so bleibt diese Verschiedenheit auch später bestehen und es müssen dann also einzelne Milchsaftzylinder in der Verwachsungsstelle blind endigen (vgl. Vischer, A. R. 1921, 31).

2. Die mikroskopische Untersuchung des Milchsaftes. Der den Kautschuk liefernde Milchsaft, der auch vielfach als Latex bezeichnet wird, bildet innerhalb der lebenden Pflanze eine der Kuhmilch ähnliche, trübe Flüssigkeit, in der Körper von verschiedener Gestalt und Größe enthalten sind. Die Flüssigkeit, in der diese Inhaltskörper eingeschlossen sind, wird häufig als Serum bezeichnet.

Der Kautschuk befindet sich in den frischgezapften Milchsäften meist in Form von kugeligen Gebilden, die als Kautschukkügelchen oder nach dem Vorschlage von Ditmar (I, 4) als Globuloide bezeichnet werden. Der Durchmesser dieser Globuloide beträgt nach Fickendey (T. 13, 203) bei

Castilloa elastica und *Ficus elastica* 2—3 μ.

Sapium sp. 0,5—4 (meist 2—3) μ.

Hevea brasiliensis 0,5—1 (selten bis 2) μ.

Kickxia elastica 0,5—1 (bei einzelnen unter 0,5) μ.

Nach Schidrowitz (I, 117) schwankt die Größe der Kautschukkügelchen je nach dem Alter der Pflanzen. Er fand im Milchsafte einer sehr jungen Pflanze von *Hevea* Kautschukkügelchen von 0,5 μ Durchmesser, in dem von älteren Pflanzen solche von 1—2 μ Durchmesser.

Nach Hart (R. C. C. 1901, 84) besitzen die Kautschukkügelchen von *Hevea brasiliensis* eine ovale, die von *Manihot Glaziovii* eine trommelstockförmige Gestalt. Die letztere Angabe konnte ich (I, 133) bestätigen. Ich konnte auch beobachten, daß diese Kautschukstäbchen, deren Dicke jedenfalls unter 1 μ liegt, sich bei der Koagulation zu netzförmigen Massen zusammenlagern. Außerdem beobachtete ich in dem Milchsaft der genannten Pflanze noch sehr kleine Kugeln, deren Zusammensetzung noch nicht festgestellt werden konnte.

Die Globuloide und auch die Kautschukstäbchen zeigen unter dem Mikroskop eine lebhafte Molekularbewegung, die Henri (nach Ditmar, II, 30) durch Zusatz von 500 Teilen etwa 20% iger Kochsalzlösung zu einem Teil Milchsaft zum Stillstand bringen konnte. Er konnte dann feststellen, daß in einem Kubikmillimeter Milchsaft von *Hevea* etwa 50 000 Globuloide enthalten sind.

Nach Preyer (T. 3, 327) sind die Kautschukkügelchen von *Ficus elastica*, nach Weber (G. Z. 1904, 247) auch die von *Castilloa elastica* von einer aus Eiweißstoffen bestehenden Hülle umgeben. Auf Eiweiß schließt Weber aus der Braunfärbung mit Jod und aus der Unlöslichkeit in Alkohol. Bei den Kautschukstäbchen von *Manihot Glaziovii* konnte ich (I, 133) aber weder direkt noch nach Zusatz von Jodlösung eine Eiweißhülle nachweisen.

Mehrfach untersucht wurde ferner die Frage, ob sich die Kautschukkugeln in einem festen oder flüssigen Aggregatzustande befinden. Zugunsten eines flüssigen Aggregatzustandes wird nun zunächst von Borrowman (R. I. 1911, 243) angeführt, daß bei dem Milchsaft von *Hevea* die Viskosität bei der Verdünnung schnell abnimmt. Ferner konnte Weber (G. Z. 1904, 101) bei *Castilloa* beobachten, daß die größeren Kautschukkügelchen unter Ergießung ihres Inhalts bersten und daß der anscheinend zuvor flüssige Inhalt nun schnell fest wird. Ein Bersten der Kautschukkügelchen wurde übrigens auch bereits von Hart (R. C. C. 1901, 81) nach Zusatz von Alkohol und Essigsäure sowie bei einem starken Druck auf das Deckglas beobachtet. Auch Fickendey (K. Z. 8, 46) spricht bei Mitteilung seiner bei der Koagulation von *Kickxia*-Milch gemachten Beobachtungen von einem Zusammenfließen der Kautschukkügelchen. Allerdings sah er sich dieselben nur selten zu einer neuen Kugel vereinigen und meist langgestreckt bleiben, manchmal mit einer Einschnürung in der Mitte. Bei dem Milchsaft von *Manihot Glaziovii* konnte ich (I, 134) dagegen trotz mehrfacher Bemühungen keine derartigen Beobachtungen machen. Die langgestreckte Form der Kautschukstäbchen spricht auch dafür, daß wir es bei dieser Pflanze mit einer zum mindesten sehr zähflüssigen Masse zu tun haben.

Beim Durchleiten eines elektrischen Stromes wandern die in dem Milchsaft enthaltenen Kautschukkügelchen nach dem positiven Pole hin; sie sind also negativ geladen.

3. Die chemische Zusammensetzung des Milchsaftes. In ihrer chemischen Zusammensetzung weichen die Milchsäfte der verschiedenen Pflanzen sehr voneinander ab. Für die Beurteilung der Verwendbarkeit eines bestimmten Milchsaftes zur Gewinnung von Kautschuk oder Guttapercha ist aber naturgemäß in erster Linie von Wichtigkeit zu wissen, wieviel Reinkautschuk oder Reinguttapercha in ihm enthalten ist. Da nun aber die anderen in dem Milchsafte enthaltenen Stoffe einerseits mit in das aus ihm zu gewinnende Handelsprodukt übergehen und anderseits auf die Gewinnung des Produkts von großem Einfluß sein können, ist es auch für die Praxis von großer Wichtigkeit, sämtliche in den Milchsäften der Kautschukpflanzen vorkommenden Stoffe zu kennen, und es soll denn auch im folgenden ein kurzer Überblick über die in den Milchsäften der wichtigsten Kautschukpflanzen nachgewiesenen Verbindungen gegeben werden.

a) Wasser. Der Wassergehalt des Milchsaftes ist bisher nur für eine ziemlich geringe Anzahl von Kautschukpflanzen genau festgestellt. Für die Praxis ist es ja

auch von größerer Bedeutung zu wissen, wieviel Rohkautschuk aus einer bestimmten Menge Milchsaft gewonnen werden kann. Hieraus kann aber die in dem betreffenden Milchsafte enthaltene Wassermenge nicht genau berechnet werden. Denn einerseits bleiben bei der Koagulation des Milchsaftes die in ihm enthaltenen löslichen Bestandteile größtenteils in dem Serum zurück und werden bei dem späteren Auspressen entfernt, und anderseits können auch in dem Koagulationsmittel enthaltene Stoffe von dem Rohkautschuk festgehalten werden.

Jedenfalls ist nun aber aus den vorliegenden Untersuchungen zu entnehmen, daß der Wassergehalt des Milchsaftes auch bei der gleichen Pflanzenart je nach dem Alter der Pflanze, den klimatischen Bedingungen und der Jahreszeit sehr verschieden groß sein kann.

Hierdurch ist es denn auch zu erklären, daß z. B. Spence (C. Ztt. 1908, 742) für den Milchsaft von *Kickxia elastica* einen Wassergehalt von 76,20%, Fickendey (T. 1909, 203) aber einen solchen von 47% angibt.

Für *Hevea*-Milchsaft gibt Lock (I, 54) einen Wassergehalt von 50—60% an; doch dürften unter abnormen Bedingungen sicher noch größere Schwankungen vorkommen.

b) Die Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des in den Milchsäften enthaltenen Reinkautschuks sowie der Reinguttapercha sollen im folgenden in einem besonderen Abschnitt (V) besprochen werden. Über die Mengen, in denen diese Stoffe in den Milchsäften der verschiedenen Pflanzen vorkommen, sind ferner in dem besonderen Teile dieser Zusammenstellung zahlreiche Angaben enthalten. An dieser Stelle sei aber zunächst darauf hingewiesen, daß der Kautschukgehalt des Milchsaftes bei der gleichen Art je nach dem Alter der Bäume und den klimatischen Bedingungen, sowie auch der Mengen des ihnen durch die vorausgehenden Zapfungen entzogenen Milchsaftes sehr verschieden groß sein kann. So fand z. B. de Vries (A. R. 1922, 295), daß bei 3—4 jährigen *Hevea*-Bäumen der Gehalt des Milchsaftes an Reinkautschuk 20—30% betrug, bei älteren Bäumen dagegen 30—45%. Bei lange Zeit nicht gezapften älteren Bäumen kann der Kautschukgehalt nach de Vries (A. R. 1923, 399) aber auch noch größer sein und 45—50%, zuweilen selbst 60% betragen.

Ferner ist noch bemerkenswert, daß keineswegs in den Milchsäften aller Pflanzen Kautschuk oder Guttapercha vorkommt, und daß sich auch in den Familien, zu denen die mit den kautschukreichsten Milchsäften versehenen Pflanzen gehören, andere Arten befinden, in deren Milchsaft keine Spur von Kautschuk nachgewiesen werden konnte. Es gilt dies z. B. nach N. B. (1911, 236) für *Euphorbia gregaria* Marloth und nach Kiliani (A. Ph. 234, 438) für die zu den Moraceen gehörige *Antiaris toxicaria* Leschenault.

Außerdem sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß von Weber (B. C. G. 1903, 3018 u. G. Z. 1904, 101) die Ansicht vertreten wurde, daß der Kautschuk innerhalb der Pflanze eine von dem koagulierten Kautschuk abweichende Struktur, etwa die eines Diterpens $C_{20}H_{32}$ besitzen sollte, und daß erst bei der Koagulation durch Polymerisation aus diesem Stoffe der hochmolekulare Kautschuk entstehen sollte. Weber stützte diese Ansicht namentlich auf die Beobachtung, daß der im frischen Milchsaft enthaltene Stoff in Äther löslich sei, Reinkautschuk aber nicht. Die Richtigkeit dieser Behauptung wurde aber von verschiedenen Forschern, wie Ditmar (C. Zg. 1905, 175), de Jong und Tromp de Haas (B. C. G. 1904, 3301), Harries (I, 236), Esch und Chwolles (G. Z. 1904, 165) u. a. bestritten. Harries (I, 236) betont ferner, daß man aus dem frischen Milchsaft durch Behandlung mit Äther sofort eine kolloide Lösung erhält, wodurch angezeigt wird, daß das Molekül dieser Substanz ein ziemlich großes ist und nicht ein Diterpen $C_{20}H_{32}$ sein kann.

c) Harze. Als Harze oder harzartige Stoffe bezeichnet man in der Kautschukliteratur eine Gruppe von verschiedenartigen Verbindungen, die in allen Milchsäften vorzukommen scheinen, sich aber von dem Kautschuk und der Guttapercha namentlich durch ihre Löslichkeit in Alkohol und Azeton, in denen Kautschuk und Guttapercha unlöslich sind, unterscheiden.

Obwohl exakte Untersuchungen in dieser Hinsicht noch nicht vorliegen, ist es wohl nicht unwahrscheinlich, daß die Kautschukharze mit in den Kautschukkügelchen oder Kautschukstäbchen enthalten sind. Es spricht hierfür der Umstand, daß die Kautschukharze in Reinkautschuk leicht löslich sind. Möglich ist es aber natürlich auch, daß in manchen Fällen innerhalb des frischen Milchsaftes die Harze von dem Reinkautschuk getrennt sind.

Über die Menge der in dem frischen Milchsaft enthaltenen Harze können die an den verschiedenen Kautschukarten des Handels ausgeführten Analysen keine genaue Auskunft erteilen, da durch Erwärmung, starke Belichtung, Fäulnis u. dgl. aus dem Reinkautschuk Verbindungen entstehen können, die in ihren Löslichkeitsverhältnissen mit den Harzen übereinstimmen. Spence (I, 194) hält es auch für wahrscheinlich, daß die Kautschukharze Nebenprodukte oder Zwischenstadien bei dem Aufbau oder Zerfall des Kautschuks innerhalb der Pflanze darstellen. Er begründet diese Ansicht namentlich damit, daß in einigen Fällen die aus dem Rohkautschuk isolierten Harze wenigstens in ihrer elementaren Zusammensetzung gewissen harzartigen Produkten ähneln, die bei der Oxydation des Reinkautschuks entstehen.

Die chemische Zusammensetzung der in den Milchsäften der Kautschuk- und Guttaperchapflanzen enthaltenen Harze, die in erster Linie an den aus diesen gewonnenen Handelsprodukten untersucht wurden, sollen in dem der Untersuchung dieser Produkte gewidmeten Abschnitte (A, VII, a, 3) besprochen werden.

d) Stickstoffhaltige Bestandteile. Die in den Milchsäften vorkommenden stickstoffhaltigen Substanzen werden gewöhnlich als Proteinstoffe bezeichnet, obwohl sie wohl nur zum Teil aus echten Proteinstoffen bestehen. Sie können bei längerem Aufbewahren des Milchsaftes oder auch des aus diesem gewonnenen feuchten Kautschuks leicht in Fäulnis übergehen und infolgedessen einen sehr unangenehmen Geruch hervorrufen.

Die Menge der in den Rohkautschuken des Handels nachgewiesenen stickstoffhaltigen Substanz kann über die in dem frischen Milchsaft enthaltene Menge keinen Aufschluß geben, weil bei der Koagulation des Kautschuks meist nur ein Teil der proteinartigen Stoffe mit ausgefällt wird. So fand van Romburgh (I, 102) in einer Probe Milchsaft 1,03% Stickstoff, was einem Gehalt von 6% Albumin entsprechen würde. Durch Ausfällen mit Alkohol erhielt der genannte Autor aus diesem Milchsaft 29% trockenen Rohkautschuk, der aber nur 2,17% stickstoffhaltige Substanz enthielt. Der größte Teil dieser Substanz war also durch den Alkohol nicht mit gefällt, denn sonst müßte der Rohkautschuk ja 20,7% stickstoffhaltige Substanz enthalten haben.

Green (B. Jt. 1886, 250), der die in den Milchsäften verschiedener Pflanzen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen untersuchte, fand in allen eine dialysierbare Substanz, die den Peptonen ähneln und durch Pepsin in wahres Pepton übergeführt werden soll. Außerdem fand er in dem Milchsaft von *Mimusops* Albumose, in dem von *Brosimum* Albumin und in dem von *Manihot Glaziovii* Globulin.

Nach Spence (I, 198) gehören die in den Milchsäften enthaltenen stickstoffhaltigen Verbindungen in die Gruppe der Glukoproteide oder Muzine, die in ihrem Molekül einen großen Kohlenhydratkomplex enthalten. Von Frank und Gnaedinger (G. Z. 25) wurden Glukoproteide in dem Milchsaft von *Kickxia elastica* nachgewiesen. Unter den Spaltungsprodukten derselben befinden sich Zimtsäure und Phlobaphen, wahrscheinlich auch Rhamnose.

In dem Milchsaft von *Kickxia elastica* fand Fickendey (T. 13, 203) keine Eiweißstoffe, wohl aber Peptone. Er bringt diesen Befund mit der schweren Koagulierbarkeit dieses Milchsaftes in Zusammenhang.

In *Castilloa*-Milchsaft fand Weber (I, 31) 11% Eiweißkörper, daneben noch eine geringe Menge einer Albumose und eines proteinartigen Körpers. Nach einer späteren Untersuchung von *Castilloa*-Milchsaft fand der gleiche Autor (B. C. G. 1903, 3109) allerdings nur 7% Eiweißstoffe. Dieselben wurden aus der durch Zentrifugieren von Kautschuk befreiten Flüssigkeit erst nach längerem Kochen teilweise ausgefällt, während sie bei Zu-

satz von einigen Tropfen Essigsäure sofort einen voluminösen Niederschlag bildeten. Parkin (C. C. 1, 155) konnte dagegen in dem auf Ceylon gesammelten *Castilloa*-Milchsaft nur etwa 4% Proteide nachweisen und van Romburgh (I, 80) in einer in Buitenzorg gesammelten Probe nur 0,36% Stickstoff, entsprechend 2,25% Eiweiß.

e) Kohlenhydrate und Glukoside. Stärkekörner wurden namentlich häufig in den Milchsäften von *Euphorbia*-Arten nachgewiesen. Sie besitzen eine stab- oder notenförmige Gestalt.

Harries (B. C. G. 37, 3842) fand ferner in dem Milchsaft von *Ficus elastica* und *Ficus magnolioides* reduzierenden Zucker. Er hält es für wahrscheinlich, daß Zuckerarten in keinem kautschukhaltigen Milchsaft fehlen, und nimmt an, daß dieselben bei der Entstehung des Kautschuks eine Rolle spielen.

Nach Girard (C. R. 77 und 110) gehören die von ihm in verschiedenen Kautschukarten nachgewiesenen Zuckerarten in die Gruppe der zyklischen Zuckerarten oder Hexahydrobenzole. Der von Girard aus Kautschuk von Gabon zuerst isolierte Zucker, dem er den Namen Dambosit (Smp. 190°) beilegte, wurde als Dimethyläther des i-Inosits

$$C_6H_6(OH)_4(OCH_3)_2 + 3\,H_2O$$

erkannt, der von demselben Forscher später in Borneokautschuk aufgefundene Bornesit, Smp. 175°, erwies sich hingegen als Monomethyläther des Inosits

$$C_6H_6(OH)_5(OCH_3).$$

Ebenso ist auch die dritte Zuckerart, welche Girard im Kautschuk von Madagaskar nachwies und mit dem Namen Matezit bezeichnete, als ein Methyläther des Inosits anzusehen. Sie schmilzt bei 180°, entspricht der Formel $C_{10}H_{20}O_6$ und spaltet beim Erhitzen mit JH Jodmethyl ab.

Das Monomethylderivat des Inosits (Quebrachit) wurde von de Jong (R. T. C. 1906, 48) auch im Milchsaft von *Hevea brasiliensis* nachgewiesen. Die Menge desselben beträgt nach B. I. I. (1912, 27) 0,45%, nach van Gorter (A. R. 1917, 376) 1,45%. Nach van Dillen (A. R. 1922, 261) befinden sich in dem *Hevea*-Milchsaft wahrscheinlich auch Heterosaccharide, die beim Abbau Glukose oder Fruktose oder beide Zucker zugleich und Galaktose liefern. Rohzucker soll dagegen wahrscheinlich nicht in demselben enthalten sein. Nach Spoon (A. R. 1922, 169) und de Vries (A. R. 1923, 399) ist der Zuckergehalt des Milchsaftes bei Bäumen, die weniger angezapft wurden, größer als bei stark angezapften. Der Gehalt an Quebrachit bleibt dagegen nach Spoon (A. R. 1921, 53) ziemlich konstant.

f) Gerbstoffe. Gerbstoffe scheinen bisher in dem Milchsaft der Kautschuk- und Guttaperchapflanzen noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen zu sein. Van Romburgh (I, 76) hatte allerdings für den Milchsaft von *Castilloa* aus der bei Zusatz von Eisenchlorid eintretenden Grünfärbung auf die Gegenwart von Gerbstoffen geschlossen. De Jong und Tromp de Haas (B. C. G. 1904, 3301) konnten ferner aus dem Milchsaft von *Castilloa* eine durch Hautpulver zu fällende Substanz isolieren. Daß es sich aber hierbei doch nicht um Tannin handeln kann, folgert Weber (G. Z. 1904, 102) daraus, daß der Milchsaft von *Castilloa* durch Zusatz sehr geringer Mengen von Tannin gefällt wird, daß dieser Stoff somit nicht bereits im frischen Milchsaft enthalten sein kann. Die bei Zusatz von Eisenchlorid eintretende Grünfärbung des Milchsaftes beruht nach Weber (B. C. G. 1903, 3110) auf der Gegenwart eines Glukosids, das bei der Säurespaltung Dambosit und höchstwahrscheinlich ein mit dem Äskuletin nahe verwandtes Cumaronderivat liefert.

g) Farbstoffe, Chromogene und Enzyme. Während die meisten Milchsäfte direkt nach dem Ausfließen aus der Pflanze eine rein weiße Farbe besitzen, beim Stehen an der Luft aber zum Teil mehr oder weniger intensiv gefärbt werden, zeigen die Milchsäfte mancher Arten schon im ganz frischen Zustande eine deutliche Färbung.

Von Interesse ist nun in dieser Hinsicht namentlich, daß manche Bäume von *Hevea brasiliensis* einen mehr oder weniger intensiv gelb gefärbten Milchsaft enthalten. Bei der vegetativen Vermehrung dieser Bäume wird diese Eigenschaft auch auf die Nachkommenschaft übertragen. Über den diese Färbung hervorrufenden Farbstoff scheinen noch keine Untersuchungen

vorzuliegen. Dahingegen wurde festgestellt, daß die gelbe Farbe des Milchsaftes bei längerem Anzapfen der Bäume verschwindet, bei sehr starkem Anzapfen nach de Vries (A. R. 1923, 399) sogar in Bläulichweiß übergehen kann. Dies wird darauf zurückgeführt, daß die Bildung des Farbstoffes nur langsam stattfindet, so daß bei andauernd gezapften Bäumen der mit dem Milchsaft entzogene Farbstoff nicht genügend schnell durch Neubildung ersetzt werden kann. Bei Bäumen, die nur auf einer Seite gezapft wurden, zeigte denn auch der Milchsaft auf der nicht gezapften Seite eine deutlich gelbe Färbung.

Ferner wurde auch festgestellt, daß bei den betreffenden Bäumen stets der aus dem Stamm ausfließende Milchsaft die intensivste Gelbfärbung zeigt. In den Zweigen wird er dagegen nach oben zu allmählich immer heller. In den jungen Zweigen ist er rein weiß. Auch in den Wurzeln nimmt die Intensität der Gelbfärbung nach den Spitzen zu schnell ab. Werden Augen von gelben Milchsaft liefernden Bäumen auf solche mit rein weißem Milchsaft okuliert, so bleibt der in der Unterlage enthaltene Milchsaft rein weiß gefärbt. Wird ein solcher Pfropfling unterhalb der Verwachsungsstelle angezapft, so tritt der gelbgefärbte Milchsaft, wie von de Vries (A. R. 1922, 444) nachgewiesen wurde, in die Unterlage über. Die gelben Milchsaft enthaltenden Bäume werden denn auch mehrfach dazu benutzt, um die Verschiebungen festzustellen, die bei dem Anzapfen innerhalb des Milchgefäßsystems stattfinden.

Daß manche Bäume einen intensiv gelb gefärbten Milchsaft besitzen, habe ich übrigens in Deutsch-Ostafrika auch bei *Manihot Gaziovii* beobachten können.

Durch eine sehr starke und schnell verlaufende Verfärbung ist ferner der Milchsaft von *Castilloa elastica* ausgezeichnet. Er ist sofort nach dem Ausfließen aus der Wunde rein weiß gefärbt, nimmt aber bei Berührung mit der Luft sehr schnell eine dunkelbraune Färbung an.

Nach Weber (I, 31) wird diese Dunkelfärbung durch Oxydasen bewirkt. Wird die frische Milch sofort gekocht, so werden dadurch die Oxydasen zerstört und die Dunkelfärbung des Milchsaftes tritt nicht ein. De Jong und Tromp de Haas (B. C. G. 1904, 3298) konnten übrigens in der in Buitenzorg gesammelten *Castilloa*-Milch keine Oxydasen nachweisen.

Von Spence (G. Z. 1908, 1121 u. 1376) wurden im Milchsaft von *Hevea* und *Kickxia* Oxydasen und Peroxydasen nachgewiesen. Nach *Cayla* (G. Z. 1908, 1376) kommen Peroxydasen auch im Milchsaft von *Manihot Glaziovii* vor.

Nach Beadle und Stevens (R. R. I. 357) wird das Dunkelwerden des *Hevea*-Kautschuks durch eine in ihm enthaltene Oxydase bewirkt, welche den aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff auf gewisse im Milchsaft enthaltene organische Substanzen, wahrscheinlich Polysaccharide des Phenols, überträgt und diese dadurch in dunkelgefärbte Substanzen verwandelt.

h) Andere organische Verbindungen. Azetaldehyd und Blausäure wurden von Kerbosch (A. R. I, 361) in dem frischen Milchsafte von *Hevea brasiliensis* nachgewiesen. Auf den ersteren wird der charakteristische Geruch dieses Milchsaftes zurückgeführt.

i) Aschenbestandteile. Die Menge und chemische Zusammensetzung der in den Milchsäften enthaltenen Aschenbestandteile dürfte bei den verschiedenen Arten, aber auch bei der gleichen Art, je nach den Boden- und Klimaverhältnissen, große Verschiedenheiten zeigen. Übrigens scheinen in dieser Hinsicht nur wenig Untersuchungen in der Literatur vorzuliegen.

Nach Weiss und Wiesner (B. Z. 1861, 42) enthält der frische Milchsaft von *Euphorbia Cyparissias* L. 0,98% Asche, der von *E. platyphylla* L. nach den Untersuchungen der gleichen Autoren (B. Z. 1862, 126) 1,51%.

Adriani (J. F. Ch. 1851, 520) fand in dem aus einer Endknospe von *Ficus elastica* gewonnenen Milchsafte 0,36% Magnesiumsalz einer organischen Säure und Spuren von Kalk- und Natronsalzen.

Nach Henke (A. Ph. 24, 2291) befindet sich in dem Milchsaft der *Euphorbia*-Arten allgemein apfelsaures Kalzium.

Nach Spence (C. Ztt. 1908, I, 742) bestehen die in dem Milchsafte von *Kickxia elastica* enthaltenen Mineralstoffe aus Kalium, Eisen, Kalzium, Magnesium

als Phosphate, Sulfate und Oxalate. Fickendey (T. 1909, 203) fand in der Asche des Milchsaftes der gleichen Art

Magnesiumoxyd	39,41%
Kalziumoxyd	4,20%
Aluminiumoxyd	Spuren
gebundene Schwefelsäure	17,02%
gebundenes Chlor	5,42%
gebundene Phosphorsäure	5,67%

Bei den von Frank und Gnaedinger (G. Z. 25) an 37 Milchsaftproben der gleichen Art ausgeführten Untersuchungen schwankte der Aschengehalt zwischen 0,2 und 1,8%.

Nach de Vries (A. R. 1923, 399) enthält der Milchsaft von zuvor lange Zeit nicht gezapften *Hevea*-Bäumen weniger mineralische Bestandteile als der von normal gezapften.

4. Die Reaktion des Milchsaftes. Die Reaktion der frischen Milchsäfte ist bei den meisten Pflanzen eine neutrale oder schwach saure. Molisch (I, 44) fand wenigstens bei der Untersuchung des Milchsaftes von 42 verschiedenen Gewächsen ausnahmslos eine schwach saure oder neutrale Reaktion. Ebenso wird von Spence (C. Ztt. 1908, I, 742) für den Milchsaft von *Kickxia elastica*, von Adriani (J. F. Ch. 1851, 520) für den von *Ficus elastica*, von Moulay (A. P. Ch. 1905, 369) für den von *Manihot Glaziovii* eine schwach saure Reaktion angegeben.

Über die Reaktion des frischen Milchsaftes von *Hevea brasiliensis* liegen in der Literatur voneinander abweichende Angaben vor. Nach den Untersuchungen von Henri (I, 511) besitzt er eine schwach alkalische Reaktion; nach Beadle und Stevens (Gk. 1912, 420) kann er aber auch eine neutrale oder schwach saure Reaktion zeigen. Nach Untersuchungen von de Vries (A. R. 1923, 173) reagiert der ganz frische Milchsaft mit Phenolphthalein als Indikator stets sauer, mit Lackmus meist deutlich alkalisch, zuweilen dicht an der Übergangsfarbe, mit Methylrot und Methylorange aber immer alkalisch.

5. Die physikalischen Eigenschaften des Milchsaftes. Das spezifische Gewicht der in den verschiedenen Pflanzen enthaltenen Milchsäfte weicht im allgemeinen nicht sehr erheblich von dem des Wassers ab. Auf der einen Seite wird dadurch, daß die Kautschukkügelchen ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser besitzen, eine Verminderung, auf der anderen Seite aber durch die im Serum enthaltenen Stoffe eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes des Milchsaftes bewirkt. So wurde denn auch von Weiss und Wiesner (B. Z. 1861, 41 und 1862, 124) für die kautschukarmen Milchsäfte von *Euphorbia Cyparissias* L. und *E. platyphylla* L. var. *stricta* ein spezifisches Gewicht von 1,0444 bzw. 1,0468 festgestellt. Für *Kickxia elastica* gibt Fickendey (T. 1909, 203) ein spezifisches Gewicht von 0,979—0,988 an, Spence (C. Ztt. 1908, I, 742) ein spezifisches Gewicht von 0,990, Moulay (A. P. Ch. 1905, 368) für *Manihot Glaziovii* ein spezifisches Gewicht von 1,02—1,03.

Vielfach wird neuerdings auch in der Praxis das spezifische Gewicht des Milchsaftes von *Hevea brasiliensis* bestimmt, und es wird danach die Menge des vor seiner Koagulation zuzusetzenden Wassers reguliert. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes dient vielfach ein als »Metrolac« bezeichnetes Instrument. Spoon (A. R. 1922, 276) fand bei einer Versuchsreihe zwischen 0,9813 und 0,9848 liegende spezifische Gewichte.

Verschiedentlich wurde auch die Viskosität des frisch gewonnenen Milchsaftes untersucht. Von de Vries (A. R. 1923, 409) wurde aber festgestellt, daß diese Bestimmung mit viel größeren Beobachtungsfehlern behaftet ist als die Viskositätsbestimmung des in Benzol gelösten Kautschuks und auch viel weniger geeignet ist, über den praktischen Wert der verschiedenen Milchsäfte ein Urteil zu ermöglichen. Es gilt dies in gleicher Weise auch für den mit Ammoniak versetzten Milchsaft, der zwar etwas zuverlässigere Resultate liefert, als der reine oder mit Wasser verdünnte. Übrigens folgt aus den Untersuchungen von van Rossem (vgl. de Vries, A. R. 1923, 406), daß der Milchsaft ein lyophiles Kolloid darstellt, dessen Solvatation bedeutend geringer ist, als die von Kautschuklösungen.

6. Die Funktion des Milchsaftes. Über die Frage, welche Bedeutung der Milchsaft für die ihn enthaltenden

Pflanzen besitzt, sind in der Literatur sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Diese Frage kann aber auch jetzt noch nicht als gelöst gelten.

Erwähnt sei in dieser Hinsicht zunächst, daß manche Autoren (vgl. Haberlandt, I, 225) die Milchsaftgefäße als Leitungsbahnen der plastischen Nährstoffe ansehen. Wie aber von Kniep (R. R. I. 73) ausführlich auseinandergesetzt wurde, kann die Richtigkeit dieser Annahme nach den zu ihrer Unterstützung angeführten anatomischen Beobachtungen und physiologischen Versuchen nicht als wahrscheinlich, zum mindesten nicht als erwiesen gelten.

Andere Autoren betrachten dagegen das Milchsaftgefäßsystem als ein Magazin zur Speicherung von Reservestoffen. Experimentell untersucht wurde in dieser Hinsicht namentlich das Verhalten der in dem Milchsaft vieler *Euphorbiaceen* enthaltenen Stärkekörner, die nach den von Bernard (A. B. Suppl. 3, 272) bestätigten Beobachtungen von Treub und Schullerus allmählich abnehmen, wenn die Assimilation der betreffenden Pflanzen durch Verdunkelung oder Kohlensäureentziehung aufgehoben wird. Von Bernard konnten auch Korrosionserscheinungen an den Stärkekörnern der im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Luft gezüchteten Pflanzen beobachtet werden. Beachtenswert ist jedoch in dieser Beziehung, daß nach den Beobachtungen von Kniep (F. 1905, 151) die Stärkekörner in den Milchröhren verdunkelter Pflanzen noch völlig intakt waren, wenn in allen anderen Geweben die Stärke bereits vollständig verschwunden war. Ähnliche Beobachtungen wurden nach Kniep (R. R. I. 83) auch von Bruschi gemacht. Nach den Beobachtungen des gleichen Autors wird ferner in hungernden Pflanzen auch der Fettgehalt des Milchsaftes verringert, und es werden von ihm die Milchsaftgefäße speziell als Fettreservoire angesehen. Von Tobler (B. D. B. G. 1913, 617) wurde schließlich auch eine Abnahme des Eiweißgehaltes in etiolierten, bzw. an Stickstoffmangel leidenden Pflanzen beobachtet. Wir können also nach diesen Beobachtungen wohl annehmen, daß unter gewissen Bedingungen die verschiedenen in dem Milchsaft enthaltenen plastischen Stoffe in dem Stoffwechsel der Pflanze Verwendung finden können. Inwieweit aber diese Stoffe bei der normalen Entwicklung der Pflanze verarbeitet werden, und ob sie vielleicht nur zur Ernährung des Milchgefäßsystems selbst oder auch zur Ernährung anderer Gewebesysteme dienen, scheint aus den vorliegenden Untersuchungen noch nicht mit Sicherheit hervorzugehen.

Von besonderem Interesse erscheint nun aber für uns die Frage, ob speziell der Kautschuk, der früher ziemlich allgemein als ein Exkret aufgefaßt wurde, wieder im Stoffwechsel der Pflanze Verwendung finden kann. Nachdem von Harries (B. C. G. 1905, 1198) nachgewiesen war, daß der Kautschuk zu den Kohlenhydraten in enger Beziehung steht und höchstwahrscheinlich, wie die anderen organischen Produkte des Pflanzenkörpers, ein Umwandlungsprodukt der Zuckerarten darstellt, wurde von Ditmar (II, 36) die Ansicht ausgesprochen, daß der Kautschuk in der Pflanze auch ebenso wieder in Zucker zurückverwandelt werden kann und eine Art von Reservestoff darstellt, von dem sich die Pflanze bei Nährstoffmangel ernährt. Es wurden auch von dem genannten Autor zur experimentellen Prüfung dieser Auffassung Versuche eingeleitet. Die Resultate derselben sind aber, soviel mir bekannt, nicht publiziert.

Die gleiche Ansicht wurde übrigens auch von Spence (I, 199) vertreten, der annimmt, daß der Kautschuk durch die im lebenden Protoplasma des Milchsaftes enthaltenen Enzyme in Zucker verwandelt wird. Er stützt seine Ansicht namentlich auf eine im P. (1907, 148) referierte Beobachtung, nach der die in Madagaskar strauchartig wachsende *Mascarenhasia anceps* zu gewissen Jahreszeiten einen sehr klaren und nur sehr wenig Kautschuk enthaltenden Milchsaft liefert, während die Pflanzen zur Zeit der ersten Regen und auch etwas früher ziemlich gute Erträge liefern. Ferner wird auch angegeben, daß die Guayule-Pflanze in gewissen Jahreszeiten sehr viel weniger Kautschuk liefert als in anderen.

Nach Bernard (A. B. Suppl. 3, 264) soll ferner bei im Dunkeln gezogenen Keimpflanzen und bei jungen Pflanzen, die

später verdunkelt wurden, der Milchsaft immer substanzärmer und schließlich ganz wässerig werden. Ferner sollen bei *Manihot Glaziovii* die jungen Früchte einen normalen dicken, die reifen aber einen wässerigen Milchsaft liefern, und aus den Blättern von *Hevea*, die kurz vor dem Abfallen stehen, soll kein Milchsaft austreten. Von Tobler (B. D. B. G. 1913, 617) wurden ferner Beziehungen zwischen der Assimilation und dem Kautschukgehalt des Milchsaftes festgestellt.

Dahingegen wird nun aber von Bobilioff (A. R. 1922, 382 u. 465) angegeben, daß der Kautschukgehalt in verdunkelten *Hevea*-Pflanzen nicht nur nicht abnimmt, sondern sogar etwas zunimmt. Eine Zunahme des Kautschukgehaltes wurde ferner auch in Pflanzen, die an Nährstoffmangel litten, beobachtet. Schließlich fand der gleiche Autor auch, daß beim Altern von *Hevea*-Blättern keine Abnahme des Kautschukgehaltes stattfindet, und daß derselbe selbst in abgefallenen Blättern der gleiche geblieben war wie in lebenskräftigen. Nach den vorliegenden Untersuchungen dürfte es somit nicht als wahrscheinlich angesehen werden können, daß der Kautschuk wieder in dem Stoffwechsel der Pflanze Verwendung findet.

Von Parkin (nach Wright I, 7), Olsson Seffer (B. Str. 1907, 20) und Fickendey (T. 1910, 451) wurde ferner die Ansicht vertreten, daß die Milchsaftgefäße als Wasserreservoire dienen sollen. Exakte Versuche, welche diese Annahme beweisen könnten, scheinen aber bisher nicht ausgeführt zu sein. Beachtenswert ist aber jedenfalls, daß nach Versuchen von Bobilioff (A. R. 1921, 367) in den Früchten von *Hevea* bei Unterbrechung der Wasserzufuhr und fortgesetzter Transpiration der Wassergehalt des Milchsaftes nur wenig abnimmt. Wenn wir ferner in der Wasserspeicherung die Hauptfunktion der Milchsaftgefäße erblicken wollten, so würde es, wie ich (I, 153) schon früher hervorgehoben habe, ganz unverständlich bleiben, daß in diesen so große Mengen von Kautschuk, Harzen, Eiweißstoffen usw. enthalten sind.

Außerdem werden nun aber dem Milchsaft auch vielfach biologische Funktionen zugeschrieben, und zwar wird er als Schutzmittel gegen Tierfraß und als Mittel zum Wundverschluß gedeutet.

Die erstere Deutung wurde zuerst von Stahl (I) ausgesprochen. Nach seiner Auffassung wird der unter hohem Druck stehende Milchsaft, sobald die Pflanze von kleinen Tieren angebissen wird, an der Wundfläche ausgepreßt, um sich in die Mundteile des Angreifers zu ergießen und diesen von weiterem Fraß abzuschrecken. Eingehender untersucht wurde diese Frage später von Kniep (F. 1905, 185). Er konnte zunächst bei verschiedenen *Euphorbia*-Arten beobachten, daß diese von Schnecken im normalen Zustande verschont werden, daß sie von diesen aber gierig verzehrt werden, wenn ihnen durch wiederholtes Anzapfen der Milchsaft entzogen war. Bei zahlreichen anderen Pflanzen machte der genannte Autor gleichartige Beobachtungen, wenn er Blattstücke auf mehrfach erneuertem Wasser schwimmen ließ, so daß der in ihnen enthaltene Milchsaft ausgelaugt wurde. Ferner konnte er feststellen, daß Stärkekleister, der mit dem Milchsaft verschiedener Pflanzen verrührt war, von Schnecken nicht angerührt wurde, während reiner Stärkekleister von ihnen verzehrt wurde. Schließlich wird auch das nachgewiesene Vikariieren von Sekretgängen und Milchsaftbehältern bei den Kompositen, von Gerbstoffschläuchen, Sekretschläuchen und Milchröhren bei den *Euphorbiaceen* zugunsten der Deutung des Milchsaftes als Schutzmittel gegen Tierfraß angeführt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Kniepschen Beobachtungen ausschließlich an Schnecken angestellt wurden. Von Tobler (B. D. B. G. 1913, 617) wurde auch festgestellt, daß in den Tropen viele milchsafthaltige Blätter von Schnecken gefressen werden. Allerdings konnte der genannte Autor feststellen, daß bei *Mascarenhasia elastica* milchsafthaltige Blätter von den Schnecken verschmäht, milchsaftfreie dagegen gefressen werden.

Inwieweit nun aber der Milchsaft auch gegen den Fraß der Insekten einen Schutz zu verleihen vermag, ist aus den vorliegenden Untersuchungen noch nicht mit Sicherheit zu entnehmen. Immerhin ist in dieser Hinsicht eine von Wurth (Cg. 1908, 73) gemachte Beobachtung von Interesse. Dieser Autor brachte Borken-

käfer auf lebende Zweige von *Hevea* und *Kickxia* und fand, daß diese durch den beim Anfressen aus diesen austretenden Milchsaft am weiteren Eindringen verhindert wurden und meist wie an Leimruten festklebten. Ferner wird auch von Lock (I, 52) angegeben, daß Rindenteile, die infolge von Krankheit oder anderen Ursachen keinen Milchsaft mehr enthalten, bald von bohrenden Insekten angegriffen werden, die selten oder niemals Rinden antasten, in denen reichlich Milchsaft enthalten ist.

Die Ansicht, daß die Milchsäfte allgemein zum Wundverschluß dienen und an den Wunden namentlich das Eindringen von Bakterien und Luft in die Gewebe verhindern sollten, wurde zuerst von de Vries (L. Jb. 1881, 687) ausgesprochen. Daß aber verschiedene Milchsaft führende Pflanzen ihre Wunden ebenso wie die keinen Milchsaft führenden durch Bildung von Wundkork gegen die Außenwelt abschließen, wurde bereits von Kniep (F. 1905, 183) nachgewiesen, und ich konnte auch bei *Manihot Glaziovii* vielfach beobachten, daß bei der Verwundung der Rinde die unter dem eingetrockneten Milchsaft gelegenen Zellen absterben und durch Wundkork abgegrenzt werden. Der Wundschutz könnte also in diesem Falle nur darin bestehen, daß durch die Bedeckung mit dem eingetrockneten Milchsaft die Wunden gegen Infektion mit Bakterien oder andere Schädlinge geschützt würden. Daß aber der eiweißreiche Milchsaft, der selbst, solange er nicht vollständig trocken ist, leicht in Fäulnis übergeht, hierzu besonders geeignet sein sollte, ist wohl sehr unwahrscheinlich. Jedenfalls fehlt es zurzeit noch ganz an Beobachtungen, die diese Auffassung wahrscheinlich machen könnten. Nach Beobachtungen von Bernard (A. B. Suppl. 3, 259) sollen sich die Wunden bei *Hevea* und *Castilloa* sogar besser schließen, wenn der koagulierte Milchsaft von ihnen abgesammelt wird.

IV. Die Gewinnung und Aufbereitung der Handelsware.

1. **Die Kautschukgewinnung** geschieht in den meisten Fällen in der Weise, daß man die kautschukhaltigen Pflanzen in irgendeiner Weise verwundet und dadurch bewirkt, daß an den Wundflächen der Milchsaft austritt, und daß dann aus diesem entweder an Ort und Stelle oder in mehr oder weniger ausgedehnten Aufbereitungsanlagen das in den Handel kommende Produkt hergestellt wird.

Naturgemäß kann man aber bei einem derartigen Anzapfen der Bäume nur von solchen Pflanzen nennenswerte Mengen von Milchsaft erhalten, in denen sich derselbe in kommunizierenden Röhrensystemen befindet, so daß der Milchsaft auch von ferner liegenden Teilen her nach den Wunden hinströmen kann. Es können also für diese Art der Kautschukgewinnung nur solche Pflanzen in Betracht kommen, in denen der Milchsaft in Milchröhren oder Milchgefäßen enthalten ist. Befindet sich der Kautschuk dagegen innerhalb von Milchzellen, so würde der Milchsaft nur aus den an den Wundflächen gelegenen angeschnittenen Zellen austreten können. Ferner kann die Kautschukgewinnung durch Anzapfen auch für solche Pflanzen nicht in Frage kommen, die infolge zu geringer Ausdehnung an jeder Wunde so geringe Erträge liefern würden, daß die Einsammlung sich nicht lohnen würde.

Bei derartigen Pflanzen wird nun die Kautschukgewinnung in der Weise ausgeführt, daß man die kautschukhaltigen Pflanzenteile aberntet und aus diesen dann durch Extraktionsmittel oder durch mechanische Behandlung den Kautschuk isoliert. Diese Methode soll im folgenden als die Methode der direkten Kautschukgewinnung von der Kautschukgewinnung durch Anschneiden der Pflanzen unterschieden werden. Wir wollen mit der Besprechung der letzteren beginnen.

a) **Die Kautschukgewinnung durch Anschneiden der Pflanzen.** Um von den anzuzapfenden Bäumen in möglichst kurzer Zeit möglichst große Erträge zu erhalten, verfährt man vielfach in der Weise, daß man diese dicht über dem Erdboden abhaut, und dann an dem Stamme und den dickeren Zweigen des gefällten Baumes zahlreiche Einschnitte anbringt, durch die ein Austreten des Milchsaftes bewirkt wird. Eine derartig rohe Methode, die, wie im besonderen Teile noch aus-

führlicher mitgeteilt werden soll, namentlich bei *Castilloa* und vielen Lianen in Gebrauch ist, muß naturgemäß zu einer schnellen Vernichtung der betreffenden Bestände führen.

Die in den Urwäldern Brasiliens den größten Teil des Kautschuks liefernden *Hevea*-Bäume werden denn auch vor dem Anzapfen nicht gefällt, sondern es wird ausschließlich durch an dem Stamm angebrachte Wunden der Milchsaft zum Ausfließen gebracht. Es hat sich denn auch gezeigt, daß die Bäume in dieser Weise, wenn dabei mit der nötigen Vorsicht verfahren wird, jedenfalls jahrzehntelang angezapft werden können. Ferner hat man sich nun aber namentlich auf den Anpflanzungen von Kautschukbäumen bemüht, Zapfmethoden ausfindig zu machen, die es ermöglichen, unter möglichster Schonung der Bäume und mit möglichst geringen Zapfkosten die größtmöglichen Erträge zu erhalten.

Die verschiedenen bei den einzelnen Kautschukpflanzen angewandten Zapfmethoden sollen im besonderen Teile ausführlicher besprochen werden. An dieser Stelle will ich nur kurz hervorheben, daß man bei Anzapfung der gefällten oder nicht gefällten Bäume häufig in der Weise verfährt, daß man in die Rinde mit Äxten, Messern oder verschiedenartig gestalteten Instrumenten rinnenartige Einschnitte anbringt, in denen der austretende Milchsaft nach den am unteren Ende der Rinnen angebrachten Auffangbechern oder dergleichen herabfließt. Die Gestalt dieser Rinnen ist sehr verschieden.

Die zuvor gefällten Bäume werden meist in mehr oder weniger großen Abständen geringelt. Bei den nicht gefällten Bäumen werden dagegen häufig einzelne oder paarweise am unteren Ende zusammenfließende oder sich einander nähernde schiefe Schnitte angebracht. Außerdem werden aber auch spiralig um den Baum verlaufende Rinnen benutzt oder auch der sogenannte Grätenschnitt, bei dem in eine vertikal verlaufende Hauptrinne eine mehr oder weniger große Anzahl von schräg verlaufenden Seitenrinnen einmündet.

In vielen Fällen verzichtet man aber auch ganz darauf, den Milchsaft als solchen aufzufangen und läßt ihn auf der Oberfläche der angezapften Stämme eintrocknen oder bringt ihn auf dieser durch geeignete Stoffe zur Koagulation. In diesem Falle ist es naturgemäß nicht erforderlich, Rinnen an den Bäumen anzubringen. Man kann sich vielmehr mit einfachen Schnittwunden begnügen, indem man z. B. mit einem vorn etwas verbreiterten Messer oder mit einem scharfen Meißel in die Rinde hineinsticht.

Außer diesen beiden Zapfmethoden, die man als die Rinnen- und Stichzapfung bezeichnen kann, wurde nun aber auf den ostasiatischen Plantagen noch eine dritte, die sogenannte Schabmethode ausgebildet. Nach dieser wird zunächst wie bei der Rinnenmethode eine schief verlaufende Rinne erzeugt. Am folgenden Zapftage werden aber nicht neue Rinnen am Stamme angebracht, sondern es wird am unteren Rande der alten Rinne ein dünner Rindenstreifen abgehoben, durch den die Milchgefäße wieder geöffnet werden, so daß von neuem Milchsaft austreten kann. In der gleichen Weise wird dann auch an den folgenden Tagen durch Abschaben von dünnen Rindenstreifen immer wieder der Austritt von Milchsaft bewirkt, und es kann so allmählich die ganze Rinde des Baumes abgeschabt werden. Wenn hierbei das Kambium nicht verletzt wird, so findet vom oberen Rande der ursprünglichen Rinne aus die Bildung einer neuen glatten Rinde statt, die nach einiger Zeit, etwa drei bis vier Jahren, wieder aufs neue angezapft werden kann.

Die Gestalt der verwandten Rinnen ist bei der Schabmethode eine sehr verschiedene. In neuerer Zeit ist man aber von den komplizierten und ausgedehnten Rinnensystemen immer mehr abgekommen und begnügt sich meist mit einer Rinne, die etwa ein Drittel des Stammumfanges einnimmt. Es wird hierdurch die Erneuerung der Rinde erleichtert und auch an Arbeitskräften gespart, ohne daß dadurch bei längerer Zapfperiode die Erträge vermindert werden.

Bemerkenswert ist noch, daß die Richtung, in der die Schnitte am Stamm ansteigen, auf die Größe der Erträge von Einfluß ist, und zwar erhielt Bateson (T. 1916, 628) von Schnitten, die von rechts nach links ansteigen 14%, Devraigne (A. R. 1921, 399) 17% mehr

Kautschuk als von gleichlangen Schnitten, die von links nach rechts ansteigen.

Von den beschriebenen Methoden scheint nun die Schabmethode die Lebensfähigkeit der Bäume am wenigsten zu beeinträchtigen. Wie von Simon (T. 1913, 63) nachgewiesen wurde, werden bei sachgemäßer Anwendung derselben an den angezapften Flächen bereits innerhalb weniger Wochen neue Rindenelemente, sowie Milchgefäße gebildet, die sich in keiner Weise von den in der nicht angezapften Rinde gebildeten Zellarten unterscheiden. Demgemäß kann auch nach dieser Zeit wieder eine Stoffleitung und infolgedessen auch eine normale Versorgung der Zapfflächen mit organischen Nährstoffen stattfinden. Bei gut ernährten Bäumen tritt auch in dem unter der abgeschabten Rinde gelegenen Holzkörper kein Verbrauch der deponierten Stärke ein. Es können sogar die neuen, während der Zapfung gebildeten Holzzellen teilweise mit Stärke angefüllt werden, wenn auch in langsamerem Tempo als in dem unter der nicht gezapften Rinde gelegenen Holzkörper. Ferner entstehen gleichzeitig dicht unterhalb der direkt an der Oberfläche des verletzten Rindengewebes gebildeten Korkschicht eine oder mehrere Lagen von Steinzellgruppen, die schon einen Monat nach der Zapfung eine ansehnliche Ausdehnung erreicht haben und dann einen wirksamen Schutz gegen äußere Einflüsse darstellen.

In den mit Stichwunden versehenen Flächen verläuft dagegen die Erneuerung der Rinde sehr unregelmäßig und es entwickeln sich an allen Einschnitten starke Anhäufungen von Steinzellgruppen, die bis an das Kambium vordringen und besonders die Entstehung neuer zusammenhängender Milchröhrenstränge verhindern. Erst etwa 6 Monate nach der Zapfung vermag das Kambium wieder in seiner ganzen Ausdehnung eine normale Zuwachstätigkeit zu leisten und demgemäß auch ein lückenloses Milchröhrensystem zu erzeugen. Die spätere Ausbildung der inneren leitenden Rindenschicht hemmt auch in hohem Maße den Zustrom der in der Krone gebildeten organischen Stoffe zu den angezapften Stammteilen und verhindert so eine schnelle Ergänzung der verbrauchten Reservestoffe.

Nach den vorliegenden Erfahrungen kann es auch bereits als erwiesen gelten, daß die in rationeller Weise angezapften *Hevea*-Bäume ihre Ertragsfähigkeit jedenfalls sehr lange Zeit bewahren können. Ich erwähne in dieser Hinsicht nur, daß nach van Helten (A. R. 1923, 75) in Buitenzorg befindliche 40jährige *Hevea*-Bäume, die viel gezapft und nicht immer gut gepflegt waren, noch gute Erträge geliefert haben.

Um nun aber ferner die von den verschiedenen Zapfmethoden zu erwartenden Erträge beurteilen zu können, erscheint es von Interesse, in die bei dem Austritt des Milchsaftes wirksamen Faktoren und in die infolge des Anzapfens in dem Milchsaftsystem sich abspielenden Vorgänge einen Einblick zu gewinnen.

Als treibende Kräfte, die den Austritt des Milchsaftes bewirken, haben wir nun einerseits die durch den in den Milchgefäßen vorhandenen Turgor bewirkte Spannung der Wände derselben und anderseits die infolge des Rindendruckes von den benachbarten Zellen aus auf die Milchgefäße ausgeübten Druckkräfte anzusehen. Da nun hierdurch Druckkräfte von beträchtlicher Höhe erzeugt werden, und da ferner, wie bereits unter A, III, 1 besprochen wurde, die Milchsaftgefäße sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung kommunizierende Röhrensysteme darstellen, so ist leicht zu begreifen, daß beim Anschneiden dieser Systeme von weiten Entfernungen her Milchsaft nach den Wundflächen hingepreßt wird, und daß aus relativ kleinen Wunden große Mengen von Milchsaft austreten können.

Rein theoretisch könnte man sogar annehmen, daß der Milchsafterguß erst dann aufhören müßte, wenn in der ganzen Pflanze bis hinauf zu den Blättern und hinab zu den Wurzeln der im Milchsaftgefäßsystem vorhandene Überdruck durch den ausgepreßten Milchsaft ausgeglichen wäre. Daß dies nun aber in der Praxis niemals eintritt, hat jedenfalls in erster Linie darin seinen Grund, daß die Strömung des dickflüssigen Milchsaftes in den engen Milchröhren doch nicht unbegrenzt weit stattfinden kann und daß die mit dieser Strömung verbundenen Reibungswiderstände dem weiteren Austreten des

Milchsaftes bald ein Ziel setzen. Außerdem kann natürlich auch durch Verstopfung der Milchröhren — etwa durch Koagulation des Milchsaftes — sein weiterer Austritt verhindert werden. Daß in der Tat in manchen Fällen durch eine Verstopfung der Schnittflächen der Milchsafterguß sistiert wird, kann man daraus schließen, daß bei Abnahme des koagulierten Milchsaftes, wie man namentlich bei feuchtwarmer Witterung gar nicht selten beobachten kann, aus den alten Wunden wieder von neuem Milchsaft austritt.

Anderseits konnte ich (I, 142) nun aber auch bei zahlreichen mit *Manihot Glaziovii* ausgeführten Versuchen feststellen, daß bei Anzapfung kleiner Flächen bis auf ziemlich weite Entfernungen hin eine Abnahme des bei neuen Verwundungen austretenden Milchsaftes stattfindet. Einer dieser Versuche mag an dieser Stelle etwas ausführlicher beschrieben werden.

Bei demselben wurden am Stamme eines sechs Jahre alten Baumes 17 übereinander gelegene, 10 cm hohe, ringförmige Flächen markiert. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 1, von oben beginnend, mit I—XVII bezeichnet. Von den markierten Flächen wurde sodann nach vorherigem Bestreichen der Rindenoberfläche mit verdünnter Karbolsäure, durch die eine schnelle Koagulierung des austretenden Milchsaftes bewirkt wird, zunächst die mittelste Fläche (IX) so lange mit kleinen, horizontalen Messerstichen verwundet, bis bei weiteren Stichen nur noch minimale Mengen von Milchsaft austraten. Sodann wurden die oberste (I) und die unterste Fläche (XVII) in der gleichen Weise angezapft. Als dann aus den auf den drei Flächen befindlichen Wunden kein Milchsaft mehr austrat, wurde dieser gesammelt und später im Laboratorium gepreßt, im Trockenofen getrocknet und gewogen. Die hierbei erhaltenen Gewichtsmengen sind, in Milligrammen ausgedrückt, in der ersten Vertikalreihe der Tabelle 1 zusammengestellt.

Unmittelbar nach dem Einsammeln des Kautschuks wurden sodann drei weitere Flächen in derselben Weise angezapft. Die Orientierung derselben am Stamm, sowie auch die Menge des erhaltenen Kautschuks sind aus der zweiten Vertikalreihe der Tabelle 1 ersichtlich. Ein Vergleich der dort befindlichen Zahlen mit denen der ersten Vertikalreihe läßt nun sofort erkennen, daß bei der zweiten Anzapfung ganz bedeutend weniger Kautschuk erhalten wurde als bei der ersten, im Durchschnit nicht einmal ein Drittel davon. Noch bedeutend geringere Kautschukmengen wurden aber bei den beiden Reihen von späteren Anzapfungen erhalten, wie die in der dritten und vierten Vertikalreihe der Tabelle 1 aufgeführten Zahlen zeigen.

Tabelle 1.

Anzapfung:		1.	2.	3.	4.
Fläche	I	2990	—	—	—
„	II	—	—	—	137
„	III	—	—	330	—
„	IV	—	—	—	—
„	V	—	687	—	—
„	VI	—	—	—	—
„	VII	—	—	85	—
„	VIII	—	—	—	—
„	IX	2575	—	—	—
„	X	—	638	—	—
„	XI	—	—	—	29
„	XII	—	—	—	—
„	XIII	—	—	225	—
„	XIV	—	—	—	—
„	XV	—	—	—	147
„	XVI	—	789	—	—
„	XVII	2026	—	—	—
Summa		7591	2114	640	313

Gleichartige Resultate wurden auch bei verschiedenen anderen Versuchen beobachtet. Speziell konnte auch durch Anzapfung von Längsflächen nachgewiesen werden, daß in der Querrichtung ebenfalls eine Leitung des Milchsaftes stattfindet.

Eingehender wurde ferner neuerdings in Britisch- und Niederländisch-Indien die Bewegung des Milchsaftes bei *Hevea* untersucht. So wurde von Lock (I, 70) berechnet, daß aus einer Wunde soviel Milchsaft ausfließt, wie in einer gleich breiten und etwa 7½ cm langen Rindenfläche enthalten ist. Da sich aber nach dem Aufhören des Milchsaftergusses auch unmittelbar unter der Wundfläche noch ziemlich viel Milchsaft befindet, so muß dieser jedenfalls aus erheblich größerer Entfernung nach den Wunden hingeströmt sein.

Nach Versuchen von Bobilioff (A. R. 1921, 95), die mit gelben Milchsaft führenden Bäumen (s. S. 62) ausgeführt wurden, macht sich nach 2½ Monate langem

Anzapfen der gleichen Rindenpartie nach der Schabmethode der Einfluß des Zapfens bis auf eine Strecke von 1 m unterhalb und etwa 5 cm seitlich von den Schnittflächen bemerkbar. Nach Vischer (A. R. 1922, 444) läßt sich in den seitlich von der Wundfläche gelegenen Milchgefäßen der Zustrom des Milchsaftes auch nach oben hin verfolgen und auch eine schwache seitliche Ausbreitung von hier aus in der oberhalb der abgeschälten Fläche gelegenen Rinde.

Daß bei diesen Versuchen die Strömung des Milchsaftes in der Querrichtung bedeutend langsamer stattfindet als in der Längsrichtung, wird leicht begreiflich, wenn wir berücksichtigen, daß die Milchgefäße bei *Hevea* stets in der Längsrichtung verlaufen und in der Querrichtung vielfach durch die Rindenstrahlen unterbrochen sind. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, daß aus Querschnitten im allgemeinen mehr Milchsaft ausfließt, als aus gleich langen Längsschnitten. Dieses gilt übrigens in noch viel höherem Grade für die mit Milchröhren versehenen Kautschukpflanzen, wie z. B. *Castilloa* und *Kickxia,* bei denen in der Querrichtung zwischen den einzelnen Ästen des Milchröhrensystems keine Verbindung besteht.

Von besonderer Wichtigkeit ist es nun aber ferner, daß bei *Hevea* bei in kurzen Intervallen fortgesetzten Zapfungen eine fortwährende und ziemlich schnell verlaufende Neubildung von Milchsaft stattfindet, so daß bei täglichen Zapfungen die Erträge in den ersten Tagen meist etwas zunehmen, um dann aber lange Zeit ungefähr konstant zu bleiben. Als Ursache dieser Neubildung von Milchsaft wurde von Willis und Parker ein Wundreiz (»wound response«) angenommen, derselbe besteht aber keineswegs bei allen Kautschukpflanzen. Mit Sicherheit wurde er bisher außer bei *Hevea* nur bei *Manihot* (Zimmermann I, 145) nachgewiesen.

Unzweifelhaft ist es aber gerade der schnellen Neubildung von Milchsaft und Milchgefäßen zuzuschreiben, daß *Hevea* und *Manihot* namentlich bei rationellen Zapfmethoden bedeutend größere Erträge liefern als die anderen Kautschukpflanzen. So wurde von Lock (I, 68) berechnet, daß ein *Hevea*-Baum bei drei Jahre langem Zapfen achtmal soviel Milchsaft liefert, wie bei Beginn des Versuches in der abgeschabten Fläche enthalten war und mindestens doppelt soviel, wie der ganze Baum anfangs enthielt. Dabei waren die Milchgefäße am Ende des Versuches noch etwas reicher an Milchsaft als am Anfang.

Nach Berechnungen von Bendixen (A. R. 1923, 539) soll sogar ein Baum, der in seinem ganzen Milchgefäßsystem nur etwa 6 kg Kautschuk enthält, in einem Jahre bei täglicher Zapfung 20 kg Kautschuk liefern, also an einem Tage ungefähr 1% von der Gesamtmenge des in dem ganzen Baume enthaltenen Kautschuks, bei gut produzierenden Bäumen soll diese Menge sogar bis 2% betragen können.

Die Rinde von *Hevea* ist aber auch noch dadurch ausgezeichnet, daß sie infolge ihrer weichen Konsistenz zur Anwendung der im obigen beschriebenen Schabmethode besonders geeignet ist, jedenfalls viel besser als die verhältnismäßig harte Rinde von *Manihot.*

b) **Die direkte Kautschukgewinnung.** Die Isolierung des Kautschuks aus den eingeernteten Pflanzen oder Pflanzenteilen kann zunächst in der Weise geschehen, daß man diese in geeigneten Apparaten mit einem Lösungsmittel des Kautschuks extrahiert. Um die Extraktion möglichst zu beschleunigen, wird man naturgemäß die Pflanzenteile vorher möglichst zerkleinern. Dadurch, daß man das so gewonnene Pulver vorher noch mit anderen Lösungsmitteln behandelt, in denen der Kautschuk unlöslich ist, wird man ferner in dieser Weise einen verhältnismäßig reinen Kautschuk erhalten können. So ist es namentlich auch möglich, durch geeignete Lösungsmittel die in dem Milchsafte enthaltenen Harze bis zu einem gewissen Grade von dem Kautschuk abzutrennen. Im allgemeinen hat sich nun aber doch der durch Extraktion gewonnene Kautschuk bei der Bearbeitung zu Kautschukwaren wenig bewährt, und es wird deshalb auch diese Art der Kautschukgewinnung in der Praxis weniger angewandt als die Kautschukisolierung auf mechanischem Wege. Diese wird dadurch ermöglicht, daß aus den stark zerkleinerten Pflanzenteilen,

wenn diese in warmem Wasser verrührt werden, der Kautschuk sich von den übrigen Bestandteilen loslöst und in mehr oder weniger großen Flocken oder Klumpen zusammenballt, die infolge ihres geringeren spezifischen Gewichtes an die Oberfläche des Wassers emporsteigen, während der Rest des Pulvers auf den Boden sinkt. Allerdings läßt sich in dieser Weise nicht sofort vollständig reiner Kautschuk erhalten. Durch wiederholtes Auskneten unter Wasser, eventuell auch unter Benutzung moderner Waschmaschinen, gelingt es aber doch, die meisten in dem Kautschuk enthaltenen Rinden- oder Holzteilchen zu entfernen und ein im Handel gute Abnahme findendes Produkt zu erhalten.

In großem Maßstabe wurde nun diese Art der Kautschukgewinnung namentlich bei dem den Guayule-Kautschuk liefernden *Parthenium argentatum* angewandt, bei dem der Kautschuk in Milchzellen enthalten ist. Die Kautschukgewinnung geschieht bei dieser Pflanze, wie im besonderen Teile noch ausführlicher besprochen werden soll (B. I, Nr. 488), in großen Fabrikbetrieben.

Ferner wird eine Isolierung des Kautschuks aus getrockneten Pflanzenteilen von den Eingeborenen Afrikas bei solchen Pflanzen ausgeführt, die eine so geringe Größe besitzen, daß bei ihnen eine Anzapfung der Stengel nicht lohnen würde, bei denen außerdem auch ein großer Teil des Kautschuks in den unterirdischen Organen enthalten ist. Der so gewonnene Kautschuk wird als »Wurzelkautschuk« oder auch als »Kräuterkautschuk« bezeichnet. Seine Herstellung soll in dem besonderen Teile unter *Landolphia Thollonii* (B. I, Nr. 350), die wohl den meisten Wurzelkautschuk liefert, besprochen werden.

Schließlich hat man nun aber, um namentlich Arbeitskräfte zu sparen, verschiedentlich versucht, auch aus den mit Milchröhren oder Milchsaftgefäßen versehenen größeren Bäumen den Kautschuk durch Extraktion der Rinden zu gewinnen. Diese Versuche haben aber, soweit mir bekannt, bisher noch nicht zu für die Praxis verwertbaren Ergebnissen geführt.

2. Aufbereitung des Rohkautschuks. Während man früher allgemein nur den koagulierten und mehr oder weniger vollständig getrockneten Kautschuk in den Handel brachte, hat man in neuerer Zeit damit begonnen, auch den nicht koagulierten Milchsaft zu versenden, der dann direkt in den Kautschukfabriken verarbeitet wird. Obwohl naturgemäß die Transportkosten bei Versendung der nur etwa 30—40% Kautschuk enthaltenden Milchsäfte sowie auch die Kosten für Verpackung erheblich höher sind, als bei dem Rohkautschuk, hat doch die Menge des als Latex versandten Kautschuks in den letzten Jahren schon eine ziemlich beträchtliche Höhe erreicht: So wurden von Java aus im Jahre 1922 24 000 l, von Sumatra im Jahre 1921 53 000 l und 1922 983 t, im Dezember allein 227 t verschifft, von Ceylon aus am Ende 1922 etwa 5000 l pro Monat.

Der Latex wird wohl in erster Linie zur Imprägnierung von Autoreifen verwandt, bei der mit Schwefel, eventuell auch mit Füllstoffen versetzter Milchsaft viel leichter in die Gewebe eindringt, als der aus trockenem Kautschuk hergestellte plastische Brei. Außerdem findet der Latex auch bei der Herstellung von kautschukhaltigem Papier und wasserdichten Geweben Verwendung. Nach A. R. (1923, 537) wurde derselbe auch zur Bereitung von Kautschukpflastern empfohlen.

Um eine spontane Koagulierung des Milchsaftes zu verhindern, wird ihm Ammoniak zugesetzt, nach de Vries (A. R. 1923, 168) zweckmäßig so viel, daß 5 g NH_3 auf ein Liter Milchsaft kommen. Bei längerem Stehen des mit Ammoniak versetzten Kautschuks findet zwar an der Oberfläche die Ansammlung einer rahmartigen Masse statt, die 56—62% Kautschuk enthalten kann. Beim Schütteln mit Wasser verteilt sich diese aber wieder gleichmäßig im Wasser, und es zeigen auch die darin enthaltenen Kautschukkügelchen lebhafte Molekularbewegung.

In dem Handel mit Milchsaft wird nun aber die Bewertung dadurch erschwert, daß der Saft sehr verschiedene Mengen von Kautschuk enthalten kann. In G. Z. (37, 140) sind denn auch verschiedene Methoden angegeben, die zur schnellen Feststellung des Kautschukgehaltes benutzt werden können. Es wäre jedenfalls wünschenswert, für diese Feststellung eine

möglichst einfache und schnell ausführbare Standardmethode einzuführen.

Beiläufig sei übrigens noch an dieser Stelle erwähnt, daß nach de Vries (A. R. 1923, 142) von dem Amerikaner J. B. Tuttle ein Patent erworben wurde, durch das aus Rohkautschuk eine wässerige, latexartige Flüssigkeit hergestellt werden soll. Nähere Angaben habe ich bisher hierüber nicht auffinden können.

Der direkt als solcher in den Handel kommende Milchsaft spielt nun aber doch im Verhältnis zu dem in fester Form hergestellten Rohkautschuk auf dem Weltmarkt nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Herstellung der verschiedenen Arten von Rohkautschuk wird aber je nach der angewandten Gewinnungsmethode in sehr verschiedener Weise ausgeführt.

Bei der direkten Kautschukgewinnung aus eingesammelten Pflanzen ist die Isolierung des Kautschuks und die Herstellung des Handelsproduktes meist zu einem fortlaufenden Verfahren verbunden. Häufig findet dabei auch eine Reinigung des Kautschuks statt, und schließlich erfolgt ein mehr oder weniger vollständiges Trocknen.

Ferner wird auch beim Anzapfen der Bäume der Kautschuk vielfach bereits in mehr oder weniger fester Form gewonnen. Es gilt dies z. B. für *Ficus elastica* und auch für viele Lianen, bei denen man den aus den Wunden austretenden Milchsaft einfach an der Rinde der Stämme eintrocknen läßt und dann von diesen in Form von Bällen oder dergleichen abwickelt. Man kann so ein Produkt erhalten, das genügend ausgetrocknet ist, um direkt in den Handel gebracht werden zu können. Um die bei dieser Gewinnungsart in den Kautschuk hineingelangenden Rindenteile und sonstigen Verunreinigungen zu entfernen, könnte dieser zwar bereits am Gewinnungsorte einem Reinigungsverfahren unterworfen werden. Namentlich bei dem afrikanischen Lianenkautschuk werden aber meist die von der Rinde abgewickelten Bälle direkt in den Handel gebracht.

Werden nun aber die Bäume, wie bei der früher auf den Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika allgemein üblichen Zapfmethode, vor der Verwundung mit einem Koagulationsmittel bestrichen, so erlangt der auf der Rinde herabfließende Milchsaft in kurzer Zeit eine so feste Konsistenz, daß er leicht vom Baume abgewickelt werden kann. Das Absammeln der noch stark wasserhaltigen Bänder gelingt sogar viel leichter, als dies nach dem Austrocknen der Fall sein würde. Um nun die in dieser Weise erhaltenen feuchten Bälle zu trocknen, verfuhr man anfangs meist in der Weise, daß man die Bälle in mehr oder weniger gut durchlüfteten Räumen ausbreitete, wobei aber meistens eine den Bällen einen sehr unangenehmen Geruch verleihende Fäulnis eintrat. Um diese zu verhindern und gleichzeitig eine Reinigung des Kautschuks zu bewirken, hat man dann die Bälle vielfach in Scheiben zerschnitten oder zerrissen und diese dann in mehr oder weniger primitiver Weise gewaschen und ausgepreßt. Außerdem hat man aber auch mehrfach moderne Aufbereitungsanlagen benutzt, in denen der Kautschuk meist zu Kreppen oder Blöcken verarbeitet wurde. Da nun aber in diesen Anlagen vielfach nicht mit der nötigen Sorgfalt und Sachkenntnis verfahren wurde, wurden in ihnen zum Teil recht minderwertige Produkte erzeugt. In neuerer Zeit wurden übrigens von Deutsch-Ostafrika aus auch größere Mengen von sehr feuchten Bällen, die für die Bearbeitung zu Kautschukwaren besonders vorteilhaft zu verwenden sein sollen, verschifft.

Der größte Teil des Plantagenkautschuks sowie auch der brasilianische *Hevea*-Kautschuk wird nun aber durch Auffangen und spätere Verarbeitung des Milchsaftes gewonnen. Diese beginnt im allgemeinen damit, daß der Milchsaft durch Zusatz von Reagenzien zur Koagulation gebracht wird. Auf welche chemischen und physikalischen Vorgänge dieser Prozeß zurückzuführen ist, läßt sich noch nicht angeben (vgl. Zimmermann I, 154). So ist es auch namentlich noch nicht mit Sicherheit festgestellt, welche Rolle die in allen Milchsäften enthaltenen proteinartigen Verbindungen oder Peptone dabei spielen. Jedenfalls verhalten sich aber die Milchsäfte der verschiedenen Kautschukpflanzen gegen viele Koagulationsmittel sehr verschieden, und es soll denn auch im besonderen Teile ausführlicher mitgeteilt werden, welche Koagulationsmittel bei den

einzelnen Kautschukpflanzen angewandt werden. An dieser Stelle will ich nur noch erwähnen, daß außer durch Zusatz gewisser Reagenzien, wie Essigsäure, Zitronensaft, Kochsalz, Chlorkalzium, Fluorwasserstoff u. a., bei manchen Pflanzen schon durch Erwärmen der Milch oder durch einfaches Stehenlassen eine Koagulation des Milchsaftes herbeigeführt werden kann. Bei der in Brasilien bei der Verarbeitung der *Hevea*-Milch üblichen Räuchermethode wird die Koagulation durch gleichzeitige Einwirkung der Wärme und der in dem Rauch enthaltenen Gase bewirkt.

Namentlich bei *Castilloa* hat man ferner durch Zentrifugieren des Milchsaftes eine Isolierung des Kautschuks bewirkt.

Nach dem Krauseschen Verfahren wird der Milchsaft durch Ausfließen auf eine schnell rotierende Scheibe zu einem feinen Nebel verstäubt, der durch Niederfallen in einem schwach erwärmten Raume getrocknet wird.

Schließlich wurde auch anempfohlen, die Koagulation des Milchsaftes durch Durchleiten eines elektrischen Stromes zu bewirken. Nach Clignett (R. R. I. 374) wird zu diesem Zwecke der zuvor gesiebte Milchsaft in längliche Tröge gefüllt, in die mit porösem Ton umgebene Kohlenstabelektroden getaucht werden. Nach etwa einer halben Stunde soll der Prozeß beendet sein.

Es ist nun leicht begreiflich, daß je nach dem angewandten Darstellungsverfahren sehr verschieden große Mengen von den in dem Milchsaft enthaltenen Serumbestandteilen mit in den Rohkautschuk hineingelangen werden. Ferner kann auch ein Teil des Koagulationsmittels von dem Kautschuk zurückgehalten werden. Immerhin scheint es aber, daß sowohl Kautschuk, der alle Serumbestandteile enthält, wie z. B. der nach der brasilianischen Räuchermethode gewonnene, als auch Kautschuk, der so gut wie frei von Serumbestandteilen ist, wie z. B. der durch Zentrifugieren von verdünntem Milchsaft gewonnene, bei der Vulkanisation gute Produkte zu liefern vermag. Jedenfalls kann aber durch die Menge der in dem Rohkautschuk enthaltenen Fremdkörper die zur normalen Vulkanisation erforderliche Zeit sehr beeinflußt werden, und es muß schon deshalb für den Kautschukkonsumenten von großer Wichtigkeit sein, daß bei der Präparation des Kautschuks stets die gleiche Methode genau eingehalten wird.

In den meisten Fällen enthält nun aber das durch Koagulation gewonnene Produkt noch große Mengen von Wasser, und es ist deshalb notwendig, es vor dem Versand zu trocknen, wobei es gleichzeitig in eine für die Verpackung geeignete Form gebracht wird. Namentlich auf den größeren Plantagen sind zu diesem Zwecke große Fabrikanlagen errichtet, in denen, wie im besonderen Teile noch ausführlicher besprochen werden soll, das durch die Koagulation des Milchsaftes gewonnene Produkt in Waschwalzen zu Fellen ausgewalzt oder in kreppartige Massen verwandelt wird.

Bei dieser Verarbeitung des Kautschuks kann nun aber in verschiedener Weise die Güte des Produktes vermindert werden. So können namentlich bei langsamer Verarbeitung und Trocknung Zersetzungserscheinungen eintreten, die zwar nicht immer auf den wirklichen Wert der Handelsware einen großen Einfluß ausüben, die aber doch bei der Bewertung des Kautschuks im Handel eine Rolle spielen können. Auch an den fertiggestellten Rohkautschuken, die meist noch eine gewisse Menge von Wasser enthalten, können sich ferner bei längerer Aufbewahrung an feuchten Orten oder während des Transportes Schimmelpilze ansiedeln, oder es können auch durch Bakterien Flecken auf oder in der Ware erzeugt werden, die namentlich das äußere Ansehen der Handelsware, auf die ja immer noch von vielen Kautschukkonsumenten großes Gewicht gelegt wird, in nachteiliger Weise beeinflussen. Um nun derartige Beschädigungen des Kautschuks durch Pilze oder Bakterien zu verhindern, hat man auch vielfach solche Koagulationsmittel zur Anwendung gebracht, die gleichzeitig eine fungizide Wirkung ausüben oder auch die brasilianische Räuchermethode, bei der durch die im Rauch enthaltenen Gase eine antiseptische Wirkung ausgeübt wird, nachzuahmen versucht.

Ferner kann aber auch beim Trocknen des Kautschuks durch zu starkes Erwärmen ein Verderben desselben bewirkt und

ein den Wert des Kautschuks sehr stark verminderndes Klebrigwerden des Kautschuks verursacht werden. Ein Klebrigwerden kann ferner auch dadurch hervorgerufen werden, daß der Kautschuk, namentlich wenn er bereits mehr oder weniger stark ausgetrocknet ist, dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt wird. Das Trocknen des Kautschuks muß deshalb stets in gut ventilierten, dunklen, höchstens schwach erwärmten Räumen ausgeführt werden. Vielfach hat man auch Vakuumschränke zu diesem Zwecke verwandt.

Schließlich ist nun aber auch dafür zu sorgen, daß der Kautschuk nicht noch in den Lagerräumen oder auf dem Transport durch zu starkes Erwärmen oder Belichten verdorben oder in irgendeiner Weise verunreinigt wird. Namentlich ist bei den gut gereinigten Sorten für gute Verpackung zu sorgen, damit sie in den Fabriken nicht doch noch einmal gereinigt werden müssen.

3. Die Gewinnung und Aufbereitung der Rohguttapercha und Rohbalata. Die Gewinnung und Aufbereitung der Guttapercha und Balata geschieht im wesentlichen in der gleichen Weise wie die des Kautschuks. Die Gewinnung der Wildguttapercha geschieht meist in der Weise, daß die betreffenden Urwaldbäume zunächst gefällt werden und dann durch Ringelung der Stämme der Milchsaft zum Austritt gebracht wird. Man hat zwar auch versucht, die Bäume, ohne sie zu fällen, anzuzapfen. Die vorgeschlagenen Zapfmethoden haben sich aber nicht als rentabel erwiesen. Dahingegen ist es in neuerer Zeit gelungen, eine Methode auszuarbeiten, nach der aus den Blättern der plantagenmäßig angebauten Bäume eine rentable Gewinnung der Guttapercha möglich ist.

Ausführliche Angaben über die Guttaperchagewinnung und -Verarbeitung sind im besonderen Teile unter *Palaquium* (B. I, Nr. 188) zusammengestellt.

Zur Gewinnung der Balata werden die Bäume teils ebenfalls zunächst gefällt, teils regelrecht angezapft. Bezüglich der weiteren Einzelheiten sei auf den besonderen Teil unter *Mimusops balata* (B. I, Nr. 179) verwiesen.

V. Die Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe. Die für die verschiedenen Rohstoffe der Kautschukgruppe und die aus diesen hergestellten Produkte charakteristischen Eigenschaften werden in erster Linie bedingt durch die in ihnen enthaltenen Kohlenwasserstoffe, die in der chemischen Literatur als Reinkautschuk, Reinguttapercha und Reinbalata bezeichnet werden. Diese Stoffe stimmen in ihrer prozentualen Zusammensetzung jedenfalls nahezu miteinander überein und zeigen auch in ihren Additions- und Abbauprodukten eine weitgehende Übereinstimmung, so daß es auf alle Fälle berechtigt erscheint, für sie auch eine ähnliche Molekularstruktur anzunehmen.

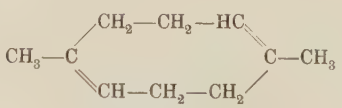
a) Der Reinkautschuk. Die Untersuchungen über die Struktur des Kautschukkohlenwasserstoffs können noch nicht als abgeschlossen gelten und auch die Angaben über die verschiedenen Reaktionen desselben weichen in mancher Beziehung noch recht erheblich voneinander ab, was wohl in erster Linie darauf zurückzuführen ist, daß sie je nach dem Polymerisationsgrade der betreffenden Kautschuke und bei den geringfügigsten Abweichungen von den angewandten Methoden in sehr verschiedener Weise verlaufen können. Es scheint mir deshalb nicht dem Zwecke dieses Werkes zu entsprechen, all die zahlreichen über die verschiedenen Reaktionen des Kautschuks vorliegenden Angaben, die einen ganz unverhältnismäßig großen Raum beanspruchen würden, ausführlich zu besprechen. Es muß in dieser Hinsicht auf die einschlägige chemische Literatur, speziell auf die Zusammenstellung von Harries (I) verwiesen werden. Dahingegen soll versucht werden, im folgenden einen kurzen Überblick über die besonders von Harries begründeten Anschauungen über Konstitution der Kautschukkohlenwasserstoffe zu geben.

Um zunächst die empirische Formel des Reinkautschuks festzustellen, hat man versucht, aus dem in dem Rohkautschuk enthaltenen Stoffgemenge den Kohlenwasserstoff in möglichst reiner Form zu isolieren und dann durch Elementaranalyse seine Zusammensetzung festgestellt.

Weber (B. C. G. 1900, 779) verfuhr zu diesem Zwecke in der Weise, daß er zunächst durch Extraktion mit Azeton die in diesem löslichen Harze, Fette und Öle entfernte, hierauf, ohne vorheriges Trocknen, durch mehrtägiges Digerieren mit Chloroform unter häufigem Schütteln den eigentlichen Kautschukkohlenwasserstoff löste und ihn dann aus der klaren Chloroformlösung mit dem doppelten Volumen Alkohol fällte.

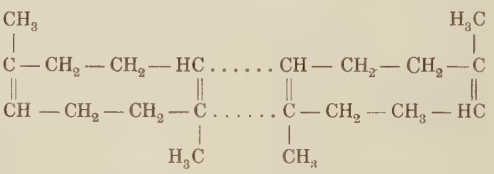
Harries (I, 7) wendet dagegen folgendes Verfahren an: Der in Benzol gelöste Kautschuk wird unter Umrühren in Alkohol gegossen, dann ausgeschieden, abgepreßt und darauf im Soxhlet-Apparat 12 Stunden mit Azeton extrahiert, wobei die Harzbestandteile herausgelöst werden. Diese Operation wiederholt man mindestens noch zweimal, indem man den Kautschuk wieder in Benzol löst, wieder fällt und abermals mit Azeton extrahiert. Erleichtert wird die Operation, wenn man den extrahierten Kautschuk jedesmal vor der Lösung auf der Walze wieder zu dünnen Fellen auswalzt. Nach dreimaligem Lösen, Fällen und Extrahieren erhält man so ein Produkt, welches nach dem Trocknen im Vakuumexsikkator durchsichtig und mehr oder weniger gefärbt ist, aber den Nerv und die Elastizität des Rohkautschuks wesentlich eingebüßt hat. Zuweilen wird dieses Produkt direkt bröcklig. Stickstoff läßt sich darin nicht mehr nachweisen.

Harries stellte nun in dieser Weise aus Parakautschuk und aus dem Kautschuk von *Ficus elastica* und *F. magnolioides* Reinkautschuk her und schloß aus der Elementaranalyse dieser Stoffe und der aus ihnen gewonnenen Umwandlungsprodukte, daß die Zusammensetzung des Kautschukkohlenwasserstoffs allgemein der Formel $(C_{10}H_{16})x$ entspräche, und war in dem ersten Stadium seiner Untersuchungen zu der Überzeugung gelangt, daß wir den Kautschuk als ein Polymerisationsprodukt des 1,5 Dimethylzyklooktadiens (1,5) aufzufassen haben. Die Strukturformel dieses Stoffes lautet:



Dimethylzyklooktadien

Harries nahm nun ferner an, daß die Polymerisation des Dimethylzyklooktadiens unter gegenseitiger Absättigung der Partialvalenzen stattfände, wie dies durch die nachfolgende Formel für das Zusammentreten von zwei Molekülen zum Ausdruck gebracht ist:



In der gleichen Weise könnte sich naturgemäß auch eine größere Anzahl von Molekülen miteinander vereinigen.

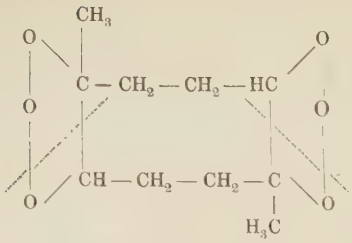
Harries (I, 224) stützte nun seine Annahme über die Konstitution des Kautschukmoleküls auf folgende Beobachtungen und Überlegungen:

1. Der Kautschuk ist optisch inaktiv und kann deshalb kein asymmetrisches Kohlenstoffatom enthalten.

2. Bei der Bromierung des Kautschuks bildet sich unter bestimmten Bedingungen ein Kautschuktetrabromid $(C_{10}H_{16}Br_4)_x$ und bei der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure ein Kautschukdihydrochlorid $C_{10}H_{16} \cdot 2\,(HCl)$. Das Vorhandensein derartiger Additionsprodukte wird verständlich, wenn wir in der Formel $C_{10}H_{16}$ zwei Äthylenbindungen annehmen.

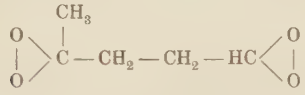
3. Behandelt man den Reinkautschuk mit Ozon, so werden unter bestimmten Bedingungen zwei Moleküle Ozon aufgenommen, und es entsteht ein Diozonid $C_{10}H_{16}O_6$. Diese Verbindung lieferte bei der Gefrierpunktserniedrigung in Eisessig Werte, die auf die einfache Molekulargröße hinweisen. Demnach schien es so, als wenn bei der Behandlung des Kautschuks mit Ozon eine Depolymerisierung seines hohen Moleküls der Addition des Ozons vorherginge.

Bei der Spaltung des Diozonids entstehen vorwiegend Lävulinaldehyd, Lävulinsäure und unter gewissen Umständen auch Lävulinaldehyddiperoxyd. Wenn wir nun annehmen, daß das Ozon sich an die Äthylenbindungen des Dimethylzyklooktadiens angelagert hat, so würden wir für das Diozonid die folgende Strukturformel annehmen können:

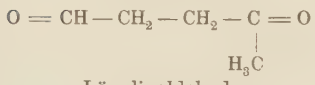


Diozonid

In dieser Formel ist durch zwei punktierte Linien angedeutet, wie wir uns den Zerfall des Diozonids in Lävulinaldehyddiperoxyd und Lävulinaldehyd vorzustellen haben:

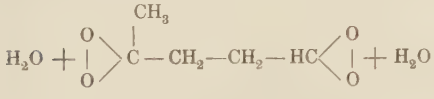


Lävulinaldehyddiperoxyd

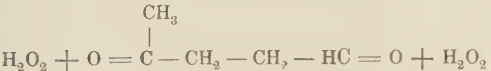


Lävulinaldehyd

Durch Oxydierung von zwei H_2O-Molekeln zu H_2O_2 kann dann aus dem Lävulinaldehyddiperoxyd weiterer Lävulinaldehyd entstehen, wie folgende beiden Strukturformeln zeigen:

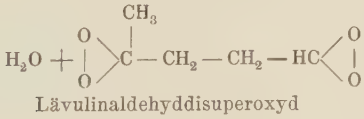


Lävulinaldehyddisuperoxyd

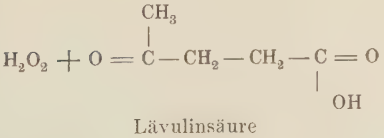


Lävulinaldehyd

und ebenso durch Oxydierung eines H_2O-Moleküls zu H_2O_2 Lävulinsäure:

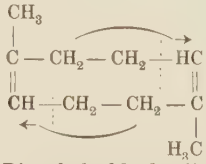


Lävulinaldehyddisuperoxyd

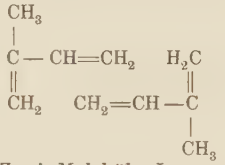


Lävulinsäure

4. Schließlich war auch das von verschiedenen Autoren bei der trockenen Destillation des Kautschuks nachgewiesene Auftreten von Isopren (C_5H_8) und Dipenten ($C_{10}H_{16}$) mit der Formel des Dimethylzyklooktadiens in Einklang zu bringen. Um die Entstehung des Isoprens zu erklären, war anzunehmen, daß das Molekül des Dimethylzyklooktadiens sich in der durch punktierte Linien angedeuteten Weise in zwei gleiche Hälften spaltet, und daß sich außerdem je ein H-Atom in der durch Pfeile angedeuteten Weise verschiebt.

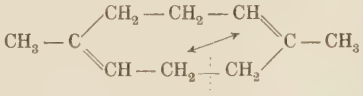


Dimethylzyklooktadien

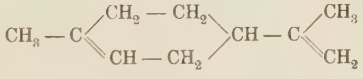


Zwei Moleküle Isopren

Die Entstehung des Dipentens ist ferner dadurch zu erklären, daß an der durch eine punktierte Linie angedeuteten Stelle die Verbindung gelöst und in der Richtung des Doppelpfeiles eine neue Bindung eintritt:



Dimethylzyklooktadien



Dipenten

Es ist dies insofern von Interesse, als das Isopren das erste Ausgangsprodukt zur Herstellung des künstlichen Kautschuks darstellt.

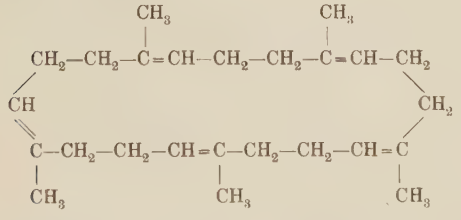
Die späteren Untersuchungen von Harries (I, 229) haben nun aber gezeigt, daß der natürliche Kautschuk doch nicht eine so einfache Zusammensetzung besitzen kann. So hat zunächst die Bestimmung der Molekulargröße des Kautschukdiozonids in Benzol, in dem dieses nicht so leicht zersetzt wird, wie in Eis-

essig, eine Zahl ergeben, die besser zu der Formel $C_{25}H_{40}O_{15}$ passen würde. Ferner fand Harries, daß das durch Behandlung des Kautschuks mit Chlorwasserstoffsäure gewonnene Kautschukhydrochlorid mit Pyridin unter Druck erhitzt unter Verlust des Chlorwasserstoffs in einen isomeren Kautschuk, den er als α-Isokautschuk bezeichnet, übergeht, und daß dieser beim Abbau mit Ozon eine Reihe von Verbindungen liefert, die sich mit dem Achtkohlenstoffring nicht mehr in Einklang bringen lassen. Es waren dies neben Lävulinaldehyd und Lävulinsäure Diazetylpropan, Undekatrion, Pentadekatetron, Ameisensäure, Kohlendioxyd, Hydrochelidonsäure und die 1-Methylzyklohexen(1)on-3-äthankarbonsäure(2).

Harries zeigte ferner, wie bei Annahme eines 20-Kohlenstoffringes das Auftreten derartiger Abbauprodukte erklärt werden könnte. In diesem würde der Pentadienylrest

$$CH_3—C(=)—CH_2—CH_2—CH =$$

fünfmal enthalten sein, und es würde danach der Kautschuk die Zusammensetzung $(C_{25}H_{40})_x$ besitzen und die folgende Strukturformel:



Daß nun aber das eigentliche Kautschukmolekül noch bedeutend größer sein sollte, was von anderen Autoren angenommen wurde, hält Harries nicht für wahrscheinlich, weil die leichte Depolymerisationsfähigkeit des Kautschuks die Möglichkeit von verschiedenen Polymerisationsstufen verlangt. Es muß also ein verhältnismäßig niedrigmolekularer Grundkohlenwasserstoff vorhanden sein, der sich je nach den Bedingungen durch Zusammenschluß mehrerer seiner Moleküle zu einem großen Komplex vereinigt, wie es in der älteren Formel für das Dimethylzyklooktadien zum Ausdruck gebracht wurde.

Für diese Auffassung ist ferner noch in Betracht zu ziehen, daß der Kautschuk sich in einigen Fällen wie ein gesättigter Kohlenwasserstoff verhält. So ist z. B. seine Hydrierung mit Platinmohr oder Palladium und Wasserstoff nicht gelungen. Es scheint hieraus hervorzugehen, daß sich die Doppelbindungen des Kautschukmoleküls in irgendeiner Weise abgesättigt haben.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß der Kautschuk in mehreren Formen vorkommt, die bis zu einem gewissen Grade ineinander überführbar sind. Ich erwähne in dieser Hinsicht noch, daß Harries (I, 5) drei verschiedene Modifikationen von Kautschuk unterschied:

die gewöhnliche Form a,
die unlösliche Form b und
die ölige Form c.

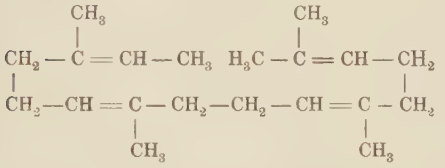
Die Form b findet sich in altem Rohkautschuk und auch in gefälltem Kautschuk, der längere Zeit aufbewahrt wurde. Wird derartiger Kautschuk längere Zeit mit Essigsäureanhydrid oder Eisessig über freier Flamme auf dem Drahtnetz erhitzt, so wird er, wenigstens teilweise, in den gewöhnlichen Lösungsmitteln löslich, woraus sich eine Rückverwandlung der Form b in die Form a folgern läßt. Die ölige Form c bildet sich bei längerem Stehen von Kautschuk in Lösung in der Wärme. Aus dieser wird der Kautschuk durch Alkohol nicht als feste weiße, sondern als ölige Masse gefällt. Diese geht aber nach Abheben von der Mutterlauge bei längerem Stehen wieder in die gewöhnliche Form über.

Es sei noch erwähnt, daß gegen die von Harries aufgestellte Strukturformel des Kautschukkohlenwasserstoffs von verschiedenen Autoren Bedenken erhoben wurden. So gelangte Kirchhof (K. Z. B. 1922, 47) durch Kontrolle der von dem Reinkautschuk und dessen Derivaten erhaltenen Analysenergebnisse zu dem Resultate, daß die prozentuale Zusammensetzung des Kautschukkohlenwasserstoffs bei den verschiedenen Arten eine etwas verschiedene ist.

Kirchhof berechnet zunächst aus den von verschiedenen Autoren mit mehr oder weniger sorgfältig gereinigtem Parakautschuk erhaltenen Analysenergebnissen, daß das Verhältnis zwischen C und H 10 : 16,2 bis 10 : 16,5 beträgt. Für den von Harries zweimal umgefällten Rein-

kautschuk fand er aber C : H = 10 : 16,8, was der empirischen Formel $(C_{30}H_{50})_x$ entsprechen würde. Die von Harries mit dem sorgfältig gereinigten Kautschuk von *Ficus magnolioides* Borzi ausgeführten Analysen ergaben ferner: C : H = 10 : 16,9 und bei *Ficus elastica*: C : H = 10 : 17. Bei den von Weber bei verschiedenen afrikanischen Kautschuksorten ausgeführten Analysen wurde dagegen im Durchschnitt C : H = 10 : 16 gefunden.

Aus der für den Parakautschuk gefundenen Formel $(C_{30}H_{50})_x$ schließt nun Kirchhof ferner, daß in diesem kein geschlossener Ring, sondern eine offene Kette mit vier Doppelbindungen vorkommt und sucht auch nachzuweisen, daß die nachstehende Strukturformel sich mit den verschiedenen Derivaten des Parakautschuks in Einklang bringen läßt.



Für die afrikanischen Kautschuksorten nimmt dagegen Kirchhof die Zusammensetzung $(C_{10}H_{34})_x$ und eine gleichartige Strukturformel wie Harries an.

b) Reinguttapercha. Der in der Guttapercha enthaltene Kohlenwasserstoff, der gewöhnlich als Reinguttapercha, von Tschirch aber als Gutta bezeichnet wird, läßt sich nach Tschirch (I, 902) aus der Rohguttapercha, nachdem sie durch Extraktion mit Alkohol, Azeton oder Essigäther von den Harzen befreit wurde, durch wiederholtes Lösen in Chloroform und Fällen mit Alkohol in Form eines lockeren, rein weißen, amorphen Pulvers gewinnen, welches sich leicht zu Klümpchen ballt und weder Geruch noch Geschmack besitzt. Aus der Neu-Guinea-Guttapercha gelang es Tschirch (I, 944), den Kohlenwasserstoff aus der heißen Ätherlösung in kristallinischer Form, und zwar in kleinen gekrümmten Nadeln zur Abscheidung zu bringen, und er knüpft daran die Bemerkung, daß kein Grund vorliege, anzunehmen, die Guttas der übrigen Guttaperchaarten seien nicht auch kristallinisch zu erhalten. Bei 60° sinterte die Guinea-Guttapercha bereits stark zusammen und erschien glasartig durchsichtig, selbst bei 100° erfolgte aber noch keine Schmelzung, während die Sumagutta schon bei 53° zu einer dicken, klaren, farblosen Flüssigkeit schmolz. Beim weiteren Erhitzen auf 160° wurde sie dünnflüssig, fing bei 175° an, sich gelb zu färben und wurde, höher erhitzt, ohne zu sieden, immer dunkler.

Die Reinguttapercha ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löslich hingegen in heißem Äther, in Chloroform, Benzol, Toluol, Petroläther, Schwefelkohlenstoff, fetten und ätherischen Ölen.

Die von Tschirch mit der Reinguttapercha ausgeführten Elementaranalysen entsprechen der Formel $(C_{10}H_{16})_x$. Die gleiche Zusammensetzung wird auch von Harries (I, 233) angenommen, während Kirchhof (K. Z. B. 1922, 55) nach einigen Umwandlungsprodukten der Guttapercha die Formel $(C_{10}H_{17})_x$ für wahrscheinlicher hält. Jedenfalls besteht nun aber zwischen den Umwandlungsprodukten des Reinkautschuks und der Guttapercha eine so weitgehende Übereinstimmung, daß es berechtigt erscheint, für beide eine zum mindesten sehr ähnliche Struktur anzunehmen, und es wird auch vielfach angenommen, daß sie als isomere Verbindungen zu betrachten sind.

Ich erwähne in dieser Hinsicht nur, daß es Harries (I, 119) gelungen ist, aus der Guttapercha durch Behandeln mit Chlorwasserstoffsäure ein Guttaperchadihydrochlorid $(C_{10}H_{16}\,2\,HCl)_x$ herzustellen, das sich beim Erhitzen mit Pyridin unter Druck in Chlorwasserstoffsäure und ein als α-Isoguttapercha bezeichnetes Produkt spaltet, das dem α-Isokautschuk äußerlich sehr ähnlich, aber dehnbarer ist als dieser, und von Benzol beim Erwärmen meist glatt aufgenommen wird. Bisweilen bleibt allerdings ein unlöslicher aufgequollener Rückstand. Bei dem Abbau des Ozonids der α-Isoguttapercha werden auch im wesentlichen die gleichen Abbauprodukte erhalten wie bei dem Ozonid des α-Isokautschuks. Ebenso zeigte auch das aus der Guttapercha durch Einwirkung von Ozon gewonnene Diozonid $C_{10}H_{16}O_6$ und das Dioxozonid $C_{10}H_{16}O_8$ mit den entsprechenden Kautschukverbindungen eine weitgehende Übereinstimmung.

Erwähnt seien schließlich noch an dieser Stelle die nach Ditmar (II, 77) von Caspari ausgeführten Untersuchungen über das Verhalten der Guttapercha zu Schwefelchlorür und Schwefel.

Beim Zusammenmischen einer Benzinlösung von Guttapercha mit überschüssigem Chlorschwefel erhielt er eine zu einer steifen Gallerte erstarrende Lösung, welche nach dem Reinigen, im getrockneten Zustande, harte lichtgelbe Körnchen darstellte, die einen Maximal-Schwefelgehalt von 23,40% aufwiesen, der der Formel des Additionsproduktes $C_{10}H_{16}S_2Cl_2$ sehr gut entspricht.

Mischt man ferner eine Benzinlösung von Guttapercha mit 5—10% Schwefelpulver innig, destilliert das Lösungsmittel ab und vulkanisiert drei Stunden bei 130° im Autoklaven, so erhält man ein elastisches Produkt. Die vulkanisierte Guttapercha zeigt dann eine Elastizität, wenn der Gehalt an gebundenem Schwefel 2,78% übersteigt. Um das Maximum an Schwefelaufnahme zu ermitteln, vulkanisierte Caspari gleiche Gewichtsmengen von Guttapercha und Schwefel fünf Stunden lang bei 130° und zehn Stunden lang bei 160°. Schon beim fünfstündigen Erhitzen auf 130° konnte er feststellen, daß die Menge des gebundenen Schwefels der von Weber aufgestellten oberen Vulkanisationsgrenze des Kautschuks, die durch die Formel $C_{10}H_{16}S_2$ ausgedrückt werden kann, entspricht.

c) Reinbalata. Der in der Rohbalata enthaltene Kohlenwasserstoff, der von Tschirch als Balagutta bezeichnet wird, kann nach Tschirch (I) im kristallisierten Zustande erhalten werden, wenn man die mit Wasser und Alkohol erschöpfte Rohbalata in Chloroform löst, die trübe Lösung durch längeres Stehenlassen von den suspendierten Bestandteilen trennt, die klare Lösung dann mit dem halben Volumen Äther versetzt und hierauf Alkohol bis zur bleibenden Trübung hinzufügt. Die Reinbalata beginnt dann an der Oberfläche der Flüssigkeit in sichel- und kommaförmigen, gekrümmten Nädelchen auszukristallisieren.

Die vollständig gereinigte Balata ist in Wasser, Alkohol und Azeton unlöslich, schwer löslich in Äther, dagegen löslich in Benzol, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Petroleumäther, Pyridin und in den Destillationsölen des Kautschuks. Sie wird nach Ditmar (II, 86) bei 48—49° weich und elastisch, sintert bei 60°, schmilzt bei etwa 295° und destilliert bei ungefähr 390°.

An der Luft verändert sie sich unter Sauerstoffaufnahme sehr leicht unter Bildung von alkohollöslichen, harzähnlichen Produkten.

Für die reine Balata wird von Tschirch und Schereschewski (A. Ph. 243, 258) auf Grund von Elementaranalysen die Formel $(C_{10}H_{18})_x$ angenommen, während Kirchhof (K. Z. 1922, 56) auf Grund der Analysen von Weber (I, 11) die Formel $(C_{10}H_{17})_x$ für wahrscheinlicher hält. Die Umwandlungsprodukte der Balata sind bisher noch wenig untersucht. Immerhin scheint es nach den von Ditmar (II, 86) und Caspari (C. Ztt. 1906, 560) ausgeführten Untersuchungen wahrscheinlich, daß das Balatamolekül eine ähnliche Zusammensetzung besitzt, wie das des Kautschuks und der Guttapercha.

Schwefelchlorür wird von Balata wie von Kautschuk absorbiert und führt zu einer Verbindung, auf welche die Formel $C_{10}H_{16}S_2Cl_2$ angenähert stimmt. Nach seiner Reinigung stellt es harte lichtgelbe Körnchen dar, die sich zu einem feinen Pulver zerreiben lassen, keinen freien Schwefel mehr enthalten und in wechselnden Mengen Salzsäure abspalten.

Schwefel vulkanisiert nach Caspari (C. Ztt. 1906, 561) und Ditmar (II, 86) sehr wirkungsvoll. Bei einem Schwefelgehalt von 2,69% waren die entstandenen Produkte entschieden elastisch, wenn auch nicht im gleichen Maße wie vulkanisierter Kautschuk. Bei einem Schwefelgehalt von 30—50% erhielt Ditmar vollständig ausvulkanisierte, elastische Proben. Als Maximum der Schwefelaufnahme fand Caspari bei zehnstündigem Erhitzen auf 160° einen Schwefelgehalt von 36,38%.

VI. Die physikalischen Eigenschaften der Handelsprodukte.

a) Rohkautschuk. Abgesehen von den ganz minderwertigen Sorten ist der Rohkautschuk bei gewöhnlicher Temperatur weich und elastisch. Beim Abkühlen unter 0° wird er aber hart und fest und verliert seine Elastizität, die er jedoch bei gewöhnlicher Temperatur wie-

der erlangt. Er besitzt die größte und nach jeder Richtung hin gleich starke Ausdehnungsfähigkeit, die man bisher bei einem Körper beobachtet hat, eine Ausdehnungsfähigkeit, die allerdings eine noch weit größere ist, wenn er sich im vulkanisierten Zustande befindet. Ein Faden von Parakautschuk läßt sich auf das 4—5 fache seiner Länge ausdehnen und geht beim Nachlassen des Zuges allmählich in seine frühere Gleichgewichtslage zurück. Läßt man ihn indessen längere Zeit (mehrere Wochen) ausgespannt, so verschwindet die Elastizität und kehrt erst beim Erwärmen des Fadens auf etwa 40° wieder. Die Elastizität des Kautschuks nimmt nicht nur beim Abkühlen unter 0°, sondern nach den Beobachtungen von P. Exner auch mit wachsender Temperatur und zwar in beträchtlichem Maße ab.

Während das spezifische Gewicht des Reinkautschuks nach Ditmar (G. Z. 21, 670) 0,900 beträgt, ist dasselbe bei den verschiedenen Sorten von Rohkautschuk sehr verschieden. Nach Marckwald und Frank (I, 47) wird von Faraday und Payen als spezifisches Gewicht von gereinigtem Parakautschuk 0,925 angegeben, von Soubeyran 0,935 und von Chapel für die nachfolgenden gut gereinigten Sorten:

Para	0,914
Kolumbia u. Peru	0,915
Madagaskar . . .	0,915
Borneo	0,916
Nigger Kugeln . .	0,920
Sierra Leone . .	0,923
Westindia Scraps .	0,934
Mozambique . .	0,939
Ceara	0,956
Assam	0,967

Bei dem *Hevea*-Plantagenkautschuk ist übrigens nach Spoon (A. R. 1921, 53) das spezifische Gewicht des Kautschuks je nach der Intensität, mit der die betreffenden Bäume angezapft wurden, verschieden groß.

Der Kautschuk ist ein schlechter Leiter der Wärme und Elektrizität und wird beim Reiben elektrisch.

Er löst sich weder im kalten, noch im warmen Wasser auf; bei anhaltendem Kochen damit schwillt er auf, wird klebrig und nimmt etwas Wasser auf, ohne jedoch selbst davon gelöst zu werden. Nach Payen (D. P. J. 123, 383) nehmen dünne Kautschukschnitte, welche 30 Tage in kaltem Wasser gelegen haben, 18,7—26,4% davon auf und vergrößern dabei ihr Volumen um 15—16%, während die Festigkeit zurückgeht und die Farbe eine hellere wird.

Gegen Alkohol verhält er sich in ähnlicher Weise, nur wird absoluter Alkohol noch bedeutend rascher aufgenommen, besonders in der Wärme, ohne nachweisbare Mengen von Kautschuk in Lösung zu überführen. Dünne Platten, die 8 Tage, teilweise unter Erwärmen, mit Alkohol in Berührung waren, hatten ihr Volumen um 94%, ihr Gewicht um 100—108% vergrößert, trotzdem der Alkohol 2% Kautschukharze herausgelöst hatte. Dabei verloren die Plättchen ihre Durchsichtigkeit, die erst nach dem Vertreiben des gelösten Alkohols in der Wärme zurückkehrte.

Methylalkohol und Azeton zeigen ein ähnliches Verhalten gegen Kautschuk wie der Äthylalkohol.

Die meisten sonstigen organischen Lösungsmittel durchdringen den Kautschuk rasch, schwellen ihn stark auf und bilden Quellungen, die im Ultramikroskop deutlich die Eigenschaften kolloider Lösungen, vor allem die Brownsche Bewegung zeigen. Besonders geeignet als Quellungsmittel für Rohkautschuk wird das von Payen (D. P. J. 123, 383) angegebene Gemisch von 100 Teilen Schwefelkohlenstoff mit 6—8 Teilen Alkohol angesehen, alsdann kommen die Fraktionen des Steinkohlenteers und zwar des 90%igen Handelsbenzols mit 80—100° Sp. und die Xylolfraktion mit 135—150° Sp. Erst nach diesen rangieren das Terpentinöl, der reine Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Petroläther, Benzin, Äther, viele Öle und Kohlenwasserstoffe.

Durch jene Quellungsmittel, welche wie Naphthalin, Mineralöle, Phenol, Kresole usw. bei Temperaturen, die höher als der Schmelzpunkt des Kautschuks liegen, lösend bez. quellend wirken, wird bei ihrer Einwirkung eine mehr oder weniger starke Zersetzung, die wahrscheinlich auf eine beginnende Depolymerisation des Kautschukmoleküls zurückzuführen ist, hervorgerufen, denn der aus solchen Lösungen wiedergewonnene Kautschuk ist stets chemisch bereits etwas verändert.

Aus den eingehenden Untersuchungen

Ditmars (II, 39) geht hervor, daß die Quellungsfähigkeit des Kautschuks in hohem Maße von seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit abhängig ist. Für Schwefelkohlenstoff ergab sich z. B., daß die einzelnen Kautschuksorten um so leichter aufquellen, je mehr Harz sie enthalten. Ebenso zeigte ausgewalzter Para, dessen ursprüngliche Struktur durch das Walzen zerstört worden war, ein erheblich leichteres Quellungsvermögen als trockener Rohpara.

Heeren (D. P. J. 221, 391), welcher das Quellungsvermögen verschiedener Handelssorten, die er vorher anhaltend zwischen heißen Walzen durchgearbeitet hatte, in Benzol ermittelte, fand folgende Zahlen: 100 Teile Benzol lösten

Guayaquil	25	Teile
Para	20	„
Carthagena	18	„
Borneo	15	„
Ceara	13.6	„
Mozambique	13.0	„
Rangoon	10.0	„
Afrika Niggers	8.5	„
Madagaskar	6.0	„

Für Gase ist der Kautschuk durchdringbar. Graham (P. A. 129, 548), der diese Eigenschaft sehr eingehend studierte, hat zuerst die Annahme ausgesprochen, daß es sich hierbei gar nicht um eine eigentliche Diffusion, sondern um Aufnahme des Gases auf der einen Seite und Abgabe auf der anderen handelt. Setzt man die Diffusionsgeschwindigkeit für Stickstoff gleich 1, so ergeben sich nach Graham's Untersuchungen für eine Reihe anderer Gase folgende Werte:

Stickstoff	1,000
Kohlenoxyd	1,113
Luft	1,149
Methan	2,148
Wasserstoff	5.500
Kohlensäure	13,585.

Weiter fand er, daß die Durchdringlichkeit des Kautschuks mit steigender Temperatur wächst. So durchdringt beispielsweise atmosphärische Luft eine Membran bei 16° viermal, bei 60° zwölfmal so rasch als bei 4°.

Der Kautschuk hat weder im rohen, noch im gereinigten Zustande einen konstanten Schmelzpunkt. Henriques (I) fand, daß der gut gewaschene Parakautschuk bei etwa 120° zusammensintert und dann schmilzt, während das ungewaschene Rohprodukt bei dieser Temperatur nur oberflächlich feucht wurde. Gegen 180—200° zerfließt aber jeder Kautschuk zu einer dicken, nicht mehr fest werdenden Flüssigkeit. Offenbar tritt bei dieser Temperatur bereits ein Zerfall oder eine Depolymerisation des Kautschukmoleküls ein, ähnlich wie es beim Abbau der Stärke zu Dextrinen beim Erhitzen beobachtet wird. Destilliert man dieses zähflüssige Produkt, so erhält man neben minimaler Gasentwicklung ein Rohkautschuköl, welches »Kautschin« genannt wird und aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen teils offener, teils zyklischer Kette besteht.

Die Natur und Menge der bei trockener Destillation entstehenden Zersetzungsprodukte hängt wesentlich von den eingehaltenen Druckverhältnissen ab. Während E. Fischer und Harries (B. C. G. 35, 2162) bei der Destillation im Kathodenvakuum nur wenig Isopren und Dipenten und als Hauptprodukt ein bei 180—300° siedendes Gemisch erhielten, konnte Bouchardat (C. R. 80, 1446 u. 89, 1117) beim Destillieren unter gewöhnlichem Druck aus 5 kg Parakautschuk 250 g Isopren, 2 kg Kautschin (Dipenten) und 600 g Heveen vom Siedepunkt 252° isolieren. Die Haupt(Dipenten)fraktion zerlegte Harries (I, 10) später durch sorgfältiges Dephlegmieren im Vakuum bei 15—16 mm Druck in drei Fraktionen, und zwar Diisopren (Myrcen) Siedepunkt 147—150°, Terpen Siedepunkt 168—169° und Dipenten Siedepunkt 171°. Nach Harries hat man sich den pyrogenen Zerfall des Kautschuks so vorzustellen, daß zunächst Diisopren gebildet wird, welches je nach dem vorhandenen Druck bzw. der Temperatur weiter zerfällt, oder durch Kondensation in Dipenten bzw. dessen Abbauprodukte übergeht.

Alle von Wiesner untersuchten Kautschuk-, Guttapercha- und Balatasorten erwiesen sich zwischen den Nikols des Polarisationsmikroskops als doppelbrechend. Trockene Stücke zeigen die Doppelbrechung nicht so deutlich, wie unter Öl befindliche. Am schärfsten treten die Polarisationsfarben hervor, wenn man ein dünnes Kautschukplättchen zwischen zwei Objektplatten stark zusammenpreßt.

b) **Rohguttapercha.** Die Guttapercha des Handels stellt, wenn sie durch Auskneten unter Wasser von den darin enthaltenen Beimengungen, wie Sand, Erde, Rindenteilchen, Farbstoffen usw. befreit ist, eine gelbbraune bis braune, bei gewöhnlicher Temperatur lederartig zähe, biegsame Masse dar, die sich zum Unterschied von Kautschuk leicht schneiden läßt und unvergleichlich weniger elastisch ist als dieser. Auf 45° erwärmt, wird sie teigartig, doch bleibt sie zähe; bei 62—65° ist sie so weich und bildsam, daß man sie leicht in Formen gießen und in Fäden, Platten und Röhren ausziehen kann. Über 100° erhitzt wird die Guttapercha klebrig, um gegen 150° unter teilweiser Zersetzung zu schmelzen.

Ihr spezifisches Gewicht beträgt nach Adriani (Jb. Ch. 1850, 519) 0,96 bis 0,999; nach Payen (C. R. 35, 109) soll sie im völlig luftfreien Zustande sogar schwerer als Wasser sein. Sie fühlt sich fettig an und besitzt, namentlich in der Wärme, einen dem Kautschuk ähnlichen Geruch. Für Wärme und Elektrizität ist sie ein schlechter Leiter und daher ein vortrefflicher Isolator.

In Wasser ist die Guttapercha bei allen Temperaturen unlöslich; in kochendem Wasser wird sie klebrig und fadenziehend, wobei sie einige Prozente Wasser aufnimmt. Absoluter Alkohol und Äther lösen sie nur zum Teil; Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Petroleum, Terpentinöl und die bei der trockenen Destillation des Kautschuks und der Guttapercha resultierenden Öle lösen die Guttapercha, besonders in der Wärme, vollständig auf. Tschirch (I), welcher die Löslichkeit einer aus Deutsch-Neuguinea stammenden Rohguttapercha in verschiedenen Lösungsmitteln feststellte, fand:

Name	Gelöst wurden bei gewöhnlicher Temperatur Prozent	Gelöst wurden bei Siedetemperatur Prozent
Alkohol	12	42
Äther	40	96
Azeton	15	40
Benzol	97	97
Chloroform	97	97
Petroläther	40	97
Schwefelkohlenstoff	97	97
Toluol	97	97
Wasser	1	2

Von verdünnter Schwefel- und Salpetersäure, sowie von konzentrierter Salzsäure und Alkalien wird die Guttapercha nicht angegriffen, wohl aber von konzentrierter Schwefel- und Salpetersäure. Meerwasser übt fast keine Wirkung auf die Guttapercha aus.

Bei Zutritt von Luft und Licht wird die Guttapercha oft spröde, zuweilen sogar klebrig. Sie wird deshalb vielfach unter Wasser aufbewahrt.

c) **Rohbalata.** Die Balata nimmt in ihren Eigenschaften in mancher Beziehung die Mitte zwischen Kautschuk und Guttapercha ein. Sie kommt in den Handel in Form von lederartigen, elastischen, außen braunen, innen ebenfalls braunen oder grauweißen Platten, die nach Tschirch (I, 956) bei 49—50° erweichen, plastisch werden und bei 149—150° schmelzen.

Dem starken Harzgehalt der Rohbalata ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, daß sie selbst bei niedrigen Temperaturen nicht hart wird, sondern biegsam und weich bleibt, sogar etwas elastisch ist.

VII. Die chemische Zusammensetzung der Handelsprodukte.

a) **Rohkautschuk.** Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Kautschuksorten kann von der des Milchsaftes, aus dem diese gewonnen werden, dadurch abweichen, daß sie bei der Präparation unabsichtlich oder absichtlich mit Rindenteilen, Erde, Sand oder dergl. verunreinigt werden, daß ein Teil des Koagulationsmittels mit in den Kautschuk hineingelangt, oder daß nur ein Teil der Serumbestandteile mit in den Rohkautschuk übergeht. Von den im Milchsaft enthaltenen Stoffen sind ferner außer dem Reinkautschuk namentlich die Harze, die stickstoffhaltigen Verbindungen und die Aschenbestandteile von Bedeutung. Schließlich sind die verschiedenen Kautschuksorten des Handels noch durch ungleichen Wassergehalt ausgezeichnet. Im folgenden sollen nun diese einzelnen Bestandteile besprochen werden.

1. **Mechanische Verunreinigungen.** Durch einen hohen Grad von mechanischen Verunreinigungen sind namentlich diejenigen Kautschuksorten ausgezeichnet, die durch Abwickeln von der Rinde der Bäume oder vom Boden eingesammelt

werden. Häufig sind bei derartigen Bällen oder Blöcken nach dem Durchschneiden große Mengen von Rindenteilen, Sandkörnern u. dergl. direkt wahrzunehmen. In dem *Hevea*-Plantagenkautschuk, der ja größtenteils aus sorgfältig eingesammeltem und vor der Koagulation filtriertem Milchsaft gewonnen wird, ist die Menge der mechanischen Verunreinigungen dagegen meist eine sehr geringe. Ein großer Teil desselben wird jetzt sogar in so reiner Form auf den Markt gebracht, daß für die gewöhnlichen Verwendungsarten eine besondere Reinigung in den Gummiwarenfabriken nicht mehr erforderlich ist.

2. **Der Wassergehalt.** Der Wassergehalt der verschiedenen Kautschuksorten ist ein sehr verschiedener und kann auch namentlich bei größeren Bällen nach innen zu stark zunehmen. Bei den betreffenden Kautschuksorten kann man dies nach dem Durchschneiden der Bälle leicht feststellen, weil der reine trockene Kautschuk — wenn er wenigstens keine Luftblasen enthält — meist etwa so durchscheinend ist wie Horn, während der wasserhaltige Kautschuk so undurchsichtig ist wie Milchglas und auch gewöhnlich eine fast weiße Farbe besitzt.

Bei dem *Hevea*-Plantagenkautschuk ist nun aber der Wassergehalt im allgemeinen ein sehr geringer. Von van Rossem (I, 43) wurden durch Untersuchung von 137 Proben von derartigem Kautschuk folgende Zahlen festgestelt:

	Sheets	Crêpes
Höchster Wassergehalt	1,08%	0,90%
Niedrigster „	0,30%	0,18%
Durchschnittl. „	0,61%	0,42%.

Daß der Wassergehalt in den Sheets etwas größer ist als in den Crêpes wird darauf zurückgeführt, daß in den Sheets ein größerer Teil von den hygroskopisch wirkenden Serumbestandteilen zurückbleibt.

Erheblich größer ist dagegen der Wassergehalt des brasilianischen *Hevea*-Kautschuks, sowie auch der vieler anderer Kautschuksorten, wie aus der nachfolgenden von Spence (Q. J. L. 1906, 75) zusammengestellten Tabelle ersichtlich ist.

3. **Harze.** Unter der Bezeichnung Harze werden in der Kautschukliteratur allgemein die in Azeton löslichen Bestandteile des Rohkautschuks zusammengefaßt, obwohl sich in dem Azetonextrakt, wie bei

Kautschuksorte	Feuchtigkeit Proz.	Harz Proz.	Reinkautschuk Proz.	Rest Proz.
Para, hard cure .	14,30	2,73	71,09	11,71
Ceylon Para . .	0,53	3,93	90,38	5,03
Gold Coast, hard lump	8,74	19,72	69,22	2,37
Gold Coast, soft lump	10,90	17,71	67,40	4,24
Para, Gold Coast	0,27	2,31	93,92	3,30
Gold Coast niggers	8,86	4,12	82,54	4,73
Ficus Vogelii, Gold Coast	0,30	35,37	63,79	0,90
Rangoon . . .	0,58	6,81	84,63	8,16
Lagos root . . .	3,00	3,34	73,35	23,51
Kongo root . .	2,30	7,02	83,00	7,74
Sierra Leone niggers	5,30	5,54	80,46	9,05
Pernambuco scrap	4,80	4,35	58,76	32,31

Besprechung der chemischen Untersuchung des Rohkautschuks noch ausführlicher besprochen werden soll, sicher auch Verbindungen von ganz anderen Eigenschaften befinden.

Bei dem *Hevea*-Plantagenkautschuk betrug nun der Harzgehalt nach van Rossem (I, 52) im Durchschnitt von 35 Sheet-Proben 2,89% und im Durchschnitt von 102 Crêpe-Proben 2,88%, war also praktisch der gleiche. Einige weitere Angaben über den Harzgehalt verschiedener Kautschuksorten, sind aus Rubrik 2 der obenstehenden Tabelle, sowie aus der nachfolgenden Tabelle von Ditmar (II, 162) ersichtlich:

Handelsname	Stammpflanze	Harzgehalt Proz.
Para fine	Hevea brasiliensis	1.44
Fein Ceylon	„ „	2,26
Ecuador Scraps	Castilloa elastica	3,12
Guatemala, sandig	„ „	9,60
Santos Mattogrosso Mangabeira	Hancornia speciosa	12,18
Rote Adeli-Bälle	Landolphia owariensis	12,23
Mozambique-Bälle	„ „	8,62
Feine Mozambique-Spindeln	„ „	6,80
Feine rote Massai-Bälle	„ „	4,40
Gambia-Bälle	Landolphia senegalensis (?)	3,40
Kamerun Bälle	Landolphia sp.	5,99
Madagaskar gering	„ „	3,39
Sudan Twists	?	7,99
Lewa Plantagenkautschuk	Manihot Glaziovii	6.81
Borneo-Kautschuk	Ficus elastica	4,76

Zahlreiche weitere Angaben über den Harzgehalt der aus dem Milchsaft ver-

schiedener Pflanzen gewonnenen Produkte befinden sich im besonderen Teile (B, I) dieses Abschnittes.

Welche Bedeutung die in dem Rohkautschuk enthaltenen Harze für die aus ihm hergestellten Vulkanisate besitzen, ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Beachtenswert ist aber in dieser Beziehung, daß nach Beadle u. Stevens (G. Z. 1907, 27) der mit Azeton in der Wärme oder Kälte von Harzen befreite Kautschuk bei der Vulkanisation ein weniger elastisches, weniger festes und leichter verderbendes Produkt liefert.

Bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Kautschukharze sei zunächst erwähnt, daß Harries (B. C. G. 1904, 3847) aus dem Milchsaft von *Ficus magnolioides* Borci eine kristallisierte Verbindung vom Smp. 115° und der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}O)_2$ isolieren konnte und aus dem Milchsaft von *Ficus elastica* Kristalle vom Smp. 195° und der gleichen Zusammensetzung, ferner Spence (B. C. G. 1901, 1000) aus dem Kautschuk von *Ficus Vogelii* zwei isomere Substanzen der Formel $(C_{10}H_{16}O)_2$ vom Smp. 154° und 201—205°. Ebenso konnte Ditmar (G. Z. 21, 669) für die Harze, welche er aus Kongo-, Madagaskar- und Borneokautschuk durch Ausziehen mit heißem Azeton extrahierte, nachweisen, daß stets sauerstoffhaltige Körper vorlagen.

Aus den Untersuchungen von Hinrichsen und Marcusson (Z. A. Ch. 23, 49 u. 24, 725), welche sie mit den in Azeton löslichen Bestandteilen einer großen Zahl von Kautschuksorten des Handels angestellt haben, geht hervor, daß diese Harze sich in der Regel aus einem Gemenge verschiedener Bestandteile zusammensetzen, die in Beziehung auf ihre optische Aktivität und Verseifbarkeit charakteristische Unterschiede aufweisen. Besonders beachtenswert ist nun aber, daß nach diesen Untersuchungen, deren Ergebnis nach van Rossem (I, 53) auch von dem Delfter Kautschukprüfungsamt bestätigt wurde, die von *Hevea brasiliensis* stammenden Kautschukharze stets optisch inaktiv sind, während die von anderen Kautschuksorten stammenden Harze, wie z. B. die von *Ficus-*, *Manihot-* und *Castillon*-Kautschuk, sämtlich mehr oder weniger stark optisch aktiv sind. Infolgedessen war es sogar bei vulkanisierten Proben möglich, zu entscheiden, ob *Hevea*-Kautschuk oder andere Kautschuksorten in ihnen enthalten waren.

Bei den aus den anderen untersuchten Kautschuksorten (*Oberkongo, Manaos, Peru, Dead Borneo, Padang, Guayule, Kassai, Kickxia*) isolierten Harzen wurden für $(\alpha)_D$ Werte gefunden, die zwischen +12,5 und +50,9° schwankten. Eine besonders starke Aktivität $(\alpha)_D = +60°$ weist Pontianakharz auf, das nach Alexander (G. Z. 18, 867) als azetonlöslicher Anteil in Pontianak (Dead Borneo) bis zu 80% enthalten ist, und von welchem festgestellt wurde, daß der Hauptbestandteil ein phytosterinartiger Körper vom Smp. 158° und der Formel $C_{25}H_{40}O$ ist.

Zwischen optischer Aktivität und Verseifbarkeit bestehen ferner nach den Beobachtungen der genannten Forscher sehr interessante Beziehungen. Diejenigen Kautschuksorten, welche sich durch eine merkliche optische Aktivität der Harzbestandteile auszeichnen, enthalten auch stets größere Mengen (mehr als 50%) von unverseifbaren Stoffen. Der ermittelte Gehalt an unverseifbaren Anteilen betrug bei

Dead Borneo (Pontianak)	100 %
Kassai	92,6 „
Padang	90,2 „
Guayule	78,2 „
Kickxia	74,0 „
Kongo	56,6 „
Ceylon	20,8 „
Para	15 „
Guttapercha	83,6 „

Nach van Rossem (I, 54) wurden ferner von Dekker folgende Zahlen festgestellt:

	Harzgehalt des Rohkautschuks Proz.	Unverseifbare Bestandteile im Rohkautschuk Proz.	Unverseifbare Bestandteile im Harz Proz.
Hard Fine Para	3,0	0,8	25,4
Hevea-Sheet	1,8	0,9	48,3
Hevea-Crêpe	3,2	0,7	22,0
Castilloa	18,9	14,0	73,7
Congo	4,4	3,0	68,3
Oxydierter Kautschuk	60,5	1,5	2,4
Djelutung	38,1	31,7	83,2
Dyera Crêpe	7,2	5,6	77,8

Die Aktivität steigert sich in den unverseifbaren Anteilen und übertrifft

in der Regel die Drehung der ursprünglichen Gesamtharze. An diese Tatsachen knüpfen Hinrichsen und Marcusson folgende Anschauungen über die eigentliche Natur und Entstehung der Kautschukharze: »Als Bestandteile der letzteren kommen einerseits die natürlichen Begleitstoffe des Kautschukkohlenwasserstoffes im Latex, wie Pflanzenharze, Zucker, Terpene, Alkohole der Cholesterinreihe u. dgl., andererseits Stoffe in Betracht, die sich durch Oxydation oder sonstige Umwandlungen des Kautschuks gebildet haben. Da der Kautschukkohlenwasserstoff an sich keine optische Aktivität aufweist, so ist von vornherein zu erwarten, daß auch diejenigen Verbindungen, welche durch Oxydation und andere Vorgänge aus ihm entstanden sind, ebenfalls inaktiv sein müssen. Träger der Aktivität müßten demnach ausschließlich die aus dem Milchsaft stammenden, ursprünglichen Begleitstoffe sein. Diese Annahme konnte durch einen Versuch bestätigt werden, in dem der Nachweis erbracht wurde, daß ein von Harzen sorgfältig befreiter Rohkautschuk, der aus Kickxiamilchsaft gewonnen worden war und ursprünglich eine rein weiße, sehr dehnbare, kaum klebrige Masse darstellte, bei der Einwirkung von Luft und Licht durch etwa 1 Monat sich in eine bräunliche, stark klebrige Masse umwandelte, die beim Behandeln mit Azeton wieder lösliche Bestandteile (Harze) abgab. Diese neugebildeten azetonlöslichen Stoffe erwiesen sich bei der Prüfung als optisch inaktiv.« Die Prüfung auf optische Aktivität bietet also einen guten Anhaltspunkt für die Entscheidung der Frage, ob ein Kautschukharz aus Oxydationsprodukten des Kautschuks oder aus Stoffen besteht, die zur Kautschuksubstanz unmittelbar in keiner Beziehung stehen. Als Träger der Aktivität kämen nur die Begleitstoffe des Kautschuks in Frage.

Harries (G. Z. 1910, 850) hat ferner als eine allgemeine Reaktion der Kautschukharze die Bildung schwer löslicher Ozonide in Chloroform und Tetrachlorkohlenstofflösung angegeben. Die Harzozonide bilden auch mit Wasser schwer lösliche Verbindungen. Durch die Einwirkung von Ozon lassen sich Kautschuk und Kautschukharze leicht nebeneinander nachweisen.

Von weiteren Eigenschaften der Harze wurde noch das Verhalten gegen Jod von Hinrichsen und Marcusson (Z. A. Ch. 23, 49) untersucht. Die nach Hübl-Waller bestimmten Jodzahlen betrugen bei:

Para	118,0
Kassai	107,0
Guayule	94,1
Padang	87,1
Borneo	30,6

Diese im allgemeinen verhältnismäßig hohen Werte deuten auf die stark ungesättigte Natur der untersuchten Harze hin.

Für einige Kautschukharze, welche heute bereits industriell als Nebenprodukte bei der Entharzung minderer Rohkautschuksorten gewonnen werden, stellte A. Wagner (G. Z. 1907, 498) folgende Reaktionen fest:

Kongokautschukharz ist in Alkohol, Äther, Azeton, Benzol, Chloroform, Petroläther, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Eisessig, Essigäther- und Nitrobenzol löslich. Die Lösungen sind je nach der Konzentration gelb bis braun.

In konzentrierter Schwefelsäure löst sich das Harz mit kirschroter Farbe auf und zeigt in dieser Lösung grüne Fluoreszenz. Nach mehreren Tagen scheiden sich aus einer derartigen Lösung prächtig schillernde Kristalle aus, welche unter der Lupe als rechteckige Blättchen erscheinen. Essigsäureanhydrid löst in der Hitze gelb auf, beim Abkühlen tritt Trübung ein. Auf Zusatz eines Tropfens konzentrierter Schwefelsäure zur gekühlten Lösung (Liebermannsche Cholesterinreaktion) tritt rötliche Färbung auf, welche rasch über Schmutzigbraun in ein schönes Saftgrün übergeht. Nach längerem Stehen nimmt die Flüssigkeit die Farbe von schwarzem Kaffee an und wird schließlich violettbraun.

Die Lösung des Harzes in Eisessig färbt sich auf Zusatz von einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure etwas violett, beim Erhitzen violettbraun, schließlich zwiebelrot.

Schüttelt man die Chloroformlösung mit der gleichen Menge konzentrierter Schwefelsäure (Hesse-Salkowski sche Cholesterinreaktion), dann wird die Chloroformschicht erst gelbbraun, nach mehre-

ren Stunden violett gefärbt und weist grüne Fluoreszenz auf; die Schwefelsäure erhält dunkelbraune Färbung mit starker grüner Fluoreszenz.

Madagaskarkautschukharz hat ähnliche Löslichkeitsverhältnisse wie Kongoharz, nur in Alkohol erscheint es schwerer löslich, und die heiße Lösung trübt sich beim Abkühlen. Die Eisessiglösung färbt sich auf Zusatz von einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure sofort zwiebelrot, später schmutzigbraun.

Borneokautschukharz weist ziemlich die gleiche Löslichkeit wie die beiden vorigen auf, doch scheint es einen Bestandteil zu enthalten, welcher sich in einigen Solventien nicht löst, daher sind die Lösungen in Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff und Petroläther trüb.

Die Farbenreaktionen sind ebenfalls ähnlich jenen der beiden anderen Harze.

4. **Stickstoffhaltige Verbindungen.** Der Gehalt des Rohkautschuks an Proteinstoffen und anderen Stickstoffverbindungen (s. A, III, 3, d) ist je nach der Pflanze, von der derselbe stammt, und bei der gleichen Pflanze je nach der Herstellungsart ein sehr verschiedener. Letzteres ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß bei den verschiedenen Methoden der Gewinnung und Präparation des Rohkautschuks verschieden große Mengen des Serums in den Kautschuk übergehen.

Als durchschnittlicher Eiweißgehalt von 35 Mustern von *Hevea*-Sheets wurden nach van Rossem (I, 61) 2,82% gefunden. Die gleiche Durchschnittszahl wurde auch für 102 Muster von *Hevea*-Crêpe festgestellt. Einen erheblich größeren Eiweißgehalt zeigten dagegen die auf den Plantagen nach dem Verdampfungsverfahren hergestellten Kautschuksorten. Dieser schwankte bei fünf untersuchten Proben zwischen 4,7 und 5,4%.

Der Eiweißgehalt des brasilianischen Para-Kautschuks wurde in der Regel etwas niedriger als 3%, oft sogar niedriger als 2% gefunden. Dieser niedrige Eiweißgehalt ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß entweder der Milchsaft der jedenfalls sehr alten brasilianischen *Hevea*-Bäume anders zusammengesetzt ist wie der der auf den Plantagen gewachsenen, oder daß das brasilianische Zapfverfahren keine reine Verdampfungsmethode darstellt, daß dabei vielleicht ein Teil des Milchsaftes durch Ausschwitzen od. dgl. abgeschieden wird.

Weitere Angaben über den Eiweißgehalt verschiedener Kautschukproben sind aus der nachfolgenden, von Heil und Esch (I, 21) zusammengestellten Tabelle ersichtlich:

Sorte	Aschenbestandteile Proz.	Eiweiß Proz.
Para fine	1,1	2,9
Para extrafine	1,3	4,1
Ceara	4,5	3,3
Kolumbia	1,0	3,5
Westindien	3,2	10,4
Massai	2,8	7,4
Kassai	2,1	7,9
Oberkongo	3,2	12,4
Madagaskar	1,2	6,8
Mozambique	1,9	6,1
Borneo Ia	2,2	10,8
Borneo IIIa	3,8	14,9

5. **Aschengehalt.** Nach van Rossem (I, 57) wurde als durchschnittlicher Aschengehalt von 35 *Hevea*-Plantagensheets 0,38% gefunden, während derselbe bei *Hevea*-Plantagencrêpes 0,30% betrug. Dahingegen zeigten fünf Proben, die durch Eindampfen des Milchsaftes gewonnen waren, einen Aschengehalt von 1,6—1,8%.

Der Para-Kautschuk unterscheidet sich in seinem Aschengehalt nur wenig von dem normalen *Hevea*-Plantagenkautschuk. Die Asche desselben ist aber dadurch ausgezeichnet, daß sie verhältnismäßig viel Eisen enthält, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß der Milchsaft sich zeitweilig in unsauberen Blechbechern oder anderen eisenhaltigen Behältern befand.

Angaben über den Aschengehalt verschiedener anderer Kautschukproben sind in der obigen Tabelle enthalten.

b) **Rohguttapercha.** Wie der Rohkautschuk enthält auch die Rohguttapercha sehr verschiedenartige Beimengungen, wie die nachfolgende, von Ditmar (K. Z. 1912, 235) zusammengestellte Tabelle erkennen läßt:

Name der Guttapercha	Gewaschen oder ungewaschen	Harz Proz.	Wasser Proz.	Organ. Schmutz Proz.	Anorg. Schmutz Proz.	Reingutta Proz.	Anmerkung
Tjipetir	ungewaschen	11,09	5,08	7,71	1,14	74,98	Aus Blättern extrahiertes Harz ist grasgrün.
Weiße Guttapercha . .	gewaschen	48,65	—	1,09	0,20	49,10	Ist gebleicht. Hat beim Trocknen um 1,6 % zugenommen.
Gulai prima	gewaschen	48,58	15,27	1,52	0,87	33,76	
Gulai secunda . . .	gewaschen	55,39	12,67	1,48	0,92	29,54	
Akassa	gewaschen	73,19	11,46	2,54	0,70	12,83	
Siak	gewaschen	69,50	11,31	3,54	1,31	14,34	
Penang	gewaschen	65,22	9,84	3,72	0,81	20,41	

Die Harze, welche man durch Extrahieren entweder mit Alkohol, Azeton oder Essigäther in Lösung überführen und gleichzeitig von den sonstigen Beimengungen trennen kann, werden von Tschirch (I) auf Grund ihrer Löslichkeitsverhältnisse gegenüber Alkohol in drei Gruppen unterschieden: Den in kaltem Alkohol löslichen Anteil der Gesamtharze bezeichnet er als Fluavile, jenen, der sich in heißem Alkohol löst, als Albane und den bei dieser Behandlung unlöslich bleibenden Rückstand der Harze als Albanane.

Diese durch Alkohol abzutrennenden Gruppen stellen aber noch keineswegs einheitliche Körper dar, sie können noch weiter zerlegt werden. Bei den Fluavilen gelingt dies nach Tschirch (I, 936) durch Behandeln mit 80%igem Alkohol in der Kälte und unter Erwärmen, während bei den Albanen eine Trennung durch fraktionierte Kristallisation aus heißem Alkohol in durch ihre Kristallformen wohl unterschiedene Sphärit- und Kristallalbane durchgeführt werden kann. Für diese einzelnen Körper der gleichen Gruppe benützt Tschirch dann zur Unterscheidung entweder die charakteristische Kristallform oder die Bezeichnung α, β, γ, wobei der Bestandteil mit dem höchsten Schmelzpunkt als α, der mit nächstniedrigerem als β usw. gekennzeichnet wird. Da es sich ferner herausgestellt hat, daß die Fluavile, Albane und Albanane der verschiedenen Handelssorten der Guttapercha nicht übereinstimmen, unterscheidet Tschirch die einzelnen Harze noch durch ein Präfix, welches die Herkunft bezeichnet.

In der nachfolgenden Tabelle findet sich eine derartige Gruppentrennung, wie sie Ditmar bei der Untersuchung der in der obigen Tabelle zusammengestellten Guttaperchasorten vorgenommen hat, aufgezählt:

	Erweichungspunkt	Gesamtharze Proz.	Fluavile Proz.	Albane Proz.	Albanane Proz.	Anmerkung
Tjipetir	60	11,09	5,84	4,72	0,53	Fluavile oxydierten, sind aus der Differenz berechnet.
Weiße Guttapercha	50	48,65	39,36	9,26	0,03	
Gulai prima . .	47	48,58	27,55	20,55	0,48	
Gulai secunda .	37	55,39	21,07	32,45	1,87	
Akassa	35	73,19	10,54	62,45	0,20	Albane stark oxydiert, aus der Differenz berechnet.
Siak	40	69,50	14,58	49,00	5,92	
Penang	42	65,22	18,49	42,89	3,84	

In Wasser sind die Guttaperchaharze durchweg unlöslich, dagegen leicht löslich in Äther, Azeton, Essigäther, Eisessig, Petroläther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Phenol. Gegenüber Alkohol zeigen sie jene Unterschiede im Lösungsvermögen, welche die Grundlage für die Trennung in die einzelnen Gruppen bilden.

Beim Kochen mit alkoholischer Kalilösung konnten die meisten Harze unter Bildung von Zimtsäure und zumeist gut kristallisierenden Alkoholen (Resinolen) verseift werden, so daß die größte Zahl der untersuchten Harze als Zimtsäureester dieser Resinole anzusehen sind. In der nachfolgenden Tabelle sind nach Tschirch (I, 951) Angaben über die Schmelzpunkte und chemische Zusammensetzung einiger

Resinole, die aus der Guttapercha von Neu-Guinea und Sumatra erhalten wurden, zusammengestellt :

Neu-Guinea-Guttapercha	Schmelzpunkt in °C	Formel
Guinagutta	—	$C_{10}H_{16}$
Guinalbanan	62	$C_{48}H_{88}O$
α-Guinalban (Nadelalban)	171	$C_{42}H_{70}O$
β-Guinalban (Kristallalban)	136	$C_{22}H_{32}O$
γ-Guinalban (Sphäritalban)	111	$(C_{22}H_{32}O)_4$
α-Guinafluavil	83	$(C_{22}H_{36}O)_3$
β-Guinafluavil	72	$C_{15}H_{24}O$
β-Guinalbaresinol	104	—
γ-Guinalbaresinol	168	$C_{26}H_{44}O$
α-Guinafluavilresinol	136	$C_{28}H_{48}O_2$

Sumatra-Guttapercha	Schmelzpunkt in °C	Formel
Sumagutta	—	$C_{10}H_{16}$
Sumaalbanan	61	$C_{30}H_{44}O$
α-Sumalban (Kristallalban)	228	$C_{40}H_{32}O_2$
β-Sumalban (Sphäritalban)	152	$C_{30}H_{44}O_2$
γ-Sumalban(Isosphäritalban)	142	$C_{30}H_{44}O_2$
α-Sumealbaresinol	207	$C_{50}H_{80}O_2$
β-Sumealbaresinol	151	$C_{50}H_{80}O_2$
γ-Sumealbaresinol	171	$C_{40}H_{64}O_2$
Sumafluavilresinol	—	—

Hinsichtlich des Einflusses, den die Natur und Menge der einzelnen Harze auf die Qualität der Handelsware ausübt, spricht Tschirch (I, 913) die Ansicht aus, daß das Alban die guten Eigenschaften der Guttapercha nicht beeinträchtigt, vielleicht sogar für eine gute Handelsware notwendig ist; daß aber das Fluavil, sobald es in beträchtlichen Mengen auftritt, den Wert der Guttapercha herabsetzt. Auf Grund der Ergebnisse, welche Ditmar (K. Z. 1912, 237), bei den von ihm untersuchten Guttaperchasorten erhielt, hält er aber diese Anschauung Tschirchs für nicht zutreffend, indem er darauf hinweist, daß die weiße Guttapercha trotz ihres höheren Gehaltes an Fluavil eine besonders wertvolle Sorte darstellt, und daß ein höherer Gehalt an Alban und Albananen den Handelswert der Guttapercha im allgemeinen herabsetzt.

c) Die Rohbalata. Die Rohbalata ist wie die Rohguttapercha durch einen verhältnismäßig hohen Harzgehalt ausgezeichnet. Nach Tschirch (I), dem auch die weiteren Angaben über die Zusammensetzung der Balata entnommen sind, fanden Obach und Surie, die sehr viele Proben verschiedener Herkunft untersuchten, in der Handelsware folgende Zusammensetzung :

	nach Obach	nach Surie
Wasser	2,0— 5,3 %	3,8 — 4,6 %
Harze	34,6—40,3 „	40,57—43,55 „
Reinbalata	41,5—43,5 „	48,18—49,50 „
Rückstand	9,9—14,5 „	8—10 „

Tschirch und Schereschewski (vgl. Tschirch I, 960) stellten in ihrem Untersuchungsmaterial, welches 1,72% Wasser, 0,96% Asche und 45,03% Reinbalata enthielt, fest, daß etwa 5,7% in siedendem Wasser lösliche Bestandteile vorhanden waren, die sich aus Eiweißstoffen, Aschenbestandteilen und einem optisch inaktiven, Fehling sche Lösung stark reduzierenden Kohlenhydrat (Gummi) zusammensetzten. Gerbstoffe und mit Wasserdämpfen flüchtige ätherische Öle konnten sie in dieser Rohbalata nicht nachweisen.

Die in Alkohol löslichen Bestandteile, die als Harze zusammengefaßt werden, lassen sich, ähnlich wie bei der Guttapercha, in einen in kaltem Alkohol löslichen — Balafluavil genannten — und in einen in heißem Alkohol löslichen Anteil — Balalbane — zerlegen. Aus letzteren, die sich beim Erkalten des heißen alkoholischen Auszuges zunächst in Form eines Öles abscheiden, konnten Tschirch und Schereschewski durch fraktionierte Kristallisation zwei voneinander verschiedene Körper isolieren, und zwar α-Balalban, $C_{27}H_{42}O_2$, Schmelzpunkt 230—231°, in Alkohol schwerer löslich und in Nadeln kristallisierend, und β-Balalban $C_{27}H_{44}O_2$, Schmelzpunkt 108—109°, in heißem Alkohol leicht löslich und silberglänzende Schuppen, die rhombische dünne Täfelchen darstellen, bildend. Für das Balafluavil, welches nicht kristallisiert zu erhalten war, stellten sie die Formel $C_{10}H_{18}O$ fest.

Van Romburgh und N. H. Cohen ermittelten nach Tschirch (I, 964), daß das α-Balalban nicht anderes sei, als β-Amyrinazetat, da sie es durch Verseifung in β-Amyrin und Essigsäure zerlegen konnten.

Die Harze der Balata spalten beim Verseifen mit alkoholischer Kalilösung keine Zimtsäure ab; es liegen demnach in ihnen keine Zimtsäurereste vor, im Gegensatz zu den Harzen vieler, wenn auch nicht aller Guttaperchasorten.

VIII. Die mikroskopische Untersuchung der Handelsprodukte. Nachdem schon Payen dem Rohkautschuk ein unregelmäßiges, netzförmiges Gefüge, hervorgerufen durch unregelmäßig verteilte und verschieden gestaltete Poren, zugeschrieben hatte, hat Wiesner (I, 164) bei der mikroskopischen Untersuchung zahlreicher Kautschuksorten manche gefunden, die ein höchst unregelmäßiges, netzförmiges Gefüge erkennen ließen; doch hat dieser Forscher auch Sorten gefunden, die selbst bei 1000facher linearer Vergrößerung keine Spur von Hohlräumen zeigten, sondern aus großen, unregelmäßigen, runzeligen Blättern zusammengesetzt zu sein schienen. Durch Quellungsmittel verkleinern sich die Poren der Substanz und glätten sich die Runzeln aus. Rohe, geknetete, aber ungepreßte Guttapercha läßt, ähnlich wie gewisse Kautschuksorten, eine Anzahl höchst unregelmäßig gestalteter und verteilter Hohlräumchen erkennen. Die Masse selbst ist runzelig. Gewalzte oder gepreßte Guttapercha zeigt eine faserige, nur wenig poröse Struktur. Dünne Plättchen, welche sich von der Guttapercha sehr leicht, von Kautschuk schwieriger herstellen lassen, sind reichlich von Luft durchsetzt und erscheinen im Mikroskop dunkel. Durch Einwirkung fetter Öle hellen sich die Schnitte auf. Rohe ungeknetete Balata ist ein Haufwerk kleiner Kügelchen. Durchgeknetet oder gepreßt zeigt sie genau die Strukturverhältnisse der Guttapercha.

In den Kautschuk eingelagert finden sich verschieden große und verschieden lichtbrechende Körper; namentlich Rohkautschukproben, die, wie es bei Sammlungsstücken der Fall ist, jahrelang dem Einflusse der Luft ausgesetzt waren, sind reich an den erwähnten Einschlüssen. In einer von Wiesner untersuchten geräucherten Kautschuksorte konnten überaus kleine, teils durchsichtige, stark lichtbrechende, teils undurchsichtig erscheinende Körnchen aufgefunden werden. In einigen Kautschuksorten wurden von Wiesner deutliche, wenn auch ziemlich stark gequollene Stärkekörnchen nachgewiesen. Iltis (S. W. 120, 23) fand in einer venezuelanischen Kautschuksorte neben mit Chlorzinkjodlösung sich violett färbenden Zellwandfetzen massenhaft Stärkekörner, die ihre Struktur noch ganz deutlich erkennen ließen. Reichlich von Gewebsfragmenten durchsetzt sind die verschiedenen Sorten des Lianenkautschuks und der Guayulekautschuk. In ersterem sind es vorzugsweise Rindengewebsteile (Bastzellen, Sklerenchymzellen, Rindenparenchym), in letzterem Holzfragmente (Gefäße, Tracheiden), die sich bei mikroskopischer Untersuchung sehr leicht nachweisen lassen.

In neuerer Zeit wurde nach Ditmar (II, 275) von Breuil versucht, die mikroskopischen Untersuchungsmethoden auch zur Qualitätsbestimmung verschiedener Kautschuksorten heranzuziehen. Die betreffenden Kautschukproben wurden in verschiedenen Lösungsmitteln gelöst, aus der Lösung ein Tropfen auf dem Objektträger verdunsten gelassen und das zurückbleibende Kautschukhäutchen im durchfallenden Lichte mikroskopisch untersucht. Die auf diese Weise erhaltenen Untersuchungsresultate ließen jedoch keinen Schluß auf die Qualität des Rohkautschuks zu. Mit günstigerem Erfolge verliefen jedoch die mikroskopischen Untersuchungen mit vulkanisiertem Kautschuk. Da lassen sich ganz deutlich, wie aus den von P. Breuil seiner Abhandlung beigegebenen Mikrophotographien zu ersehen ist, die Verteilung und Anordnung des Schwefels in der Kautschukmasse während der verschiedenen Phasen des Vulkanisationsprozesses erkennen. Mischungen von Kautschuk mit Faserstoffen, Leder, Harz, Sand usw., sowie regenerierter Kautschuk lassen sich am besten im auffallenden Lichte mikroskopisch untersuchen.

An dieser Stelle sei auch der nach Ditmar (II, 281) von Spence behufs mikroskopischen Nachweises der im Rohkautschuk enthaltenen und dessen Qualität beeinflussenden Proteinsubstanzen durchgeführten Beobachtungen Erwähnung getan. Die von genanntem Forscher möglichst dünn hergestellten Kautschukschnitte wurden mit einer Lösung von Silbernitrat behandelt, dann nach längerem Auswaschen in Wasser in eine alkalische Tanninlösung übertragen, abermals in fließendem Wasser gewaschen und endlich in absolutem Alkohol getrocknet. Die Eiweißkörper

sind durch das ausgeschiedene, metallische Silber schwarz gefärbt und zeigen in der Kautschukmasse eine charakteristische fadenartige oder faserige Struktur.

IX. Die Bewertung und Prüfung der Handelsprodukte.

Bei der Bewertung der verschiedenen auf den Markt kommenden Kautschuksorten spielte namentlich früher das Äußere derselben die Hauptrolle. Über die Reinheit, den Wassergehalt und die mechanischen Eigenschaften, die Elastizität und den Nerv der Handelsprodukte ließ sich ja auch ohne exakte Prüfung bis zu einem gewissen Grade von Genauigkeit Aufschluß erlangen. Außerdem hatten auch namentlich die Kautschukmakler sich in dieser Hinsicht eine große Übung erworben und konnten besonders auch beurteilen, welche Handelssorten von den Kautschukkonsumenten am meisten verlangt wurden. Diese hatten aber durch langjährige Erfahrung festgestellt, welche Kautschuksorten für die verschiedenen Zwecke am besten zu verwenden waren und die verschiedenen Fabriken hatten ihren Betrieb auf diese Sorten eingestellt. Die Preise richteten sich dann hauptsächlich danach, in welchen Mengen die verschiedenen besonders begehrten Sorten an den Markt kamen und von der Industrie verlangt wurden, und bei der Wertbestimmung der weniger erprobten Sorten spielte vielfach das äußere Aussehen und die direkte Prüfung der mechanischen Eigenschaften die Hauptrolle.

Sehr häufig kann nun aber das äußere Aussehen einer Kautschuksorte zu unrichtigen Schlüssen über deren wahren Wert führen. So kamen namentlich in früheren Zeiten die stärker wasserhaltigen Kautschuksorten häufig in völlig verschimmeltem Zustande auf den Markt oder ließen durch ihren übelen Geruch erkennen, daß in ihnen Zersetzungserscheinungen stattgefunden hatten. Da nun aber durch Schimmelpilze und Bakterien in erster Linie nur die in dem Rohkautschuk enthaltenen Eiweißstoffe, nicht aber die Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe angegriffen werden, ist es meist möglich, auch aus sehr stark nach Zersetzungsprodukten riechendem Kautschuk noch gute Kautschukwaren herzustellen. Sehr minderwertig ist dagegen solcher Kautschuk, der an der Oberfläche oder gar vollständig klebrig geworden ist, weil in diesem auch die Kautschukkohlenwasserstoffe verändert sind, so daß ein derartiger Kautschuk für die meisten Kautschukartikel nicht mehr zu verwenden ist.

Ferner hat man nun namentlich auch auf die mechanischen Eigenschaften des Rohkautschuks, auf die Elastizität und Nervigkeit desselben, die man durch Ziehen und Pressen oder auch durch Hineinbeißen in die Kautschukmuster feststellte, großes Gewicht gelegt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die mechanischen Eigenschaften einer Rohkautschuksorte auf die mechanische Beschaffenheit der aus ihr bei der Vulkanisation zu gewinnenden Produkte, die naturgemäß allein für die Praxis von Bedeutung sind, keinen sicheren Schluß erlauben.

Eine exakte Bewertung der verschiedenen Sorten ist auch bei dem Kautschuk mit großen Schwierigkeiten verbunden. Zunächst ist hervorzuheben, daß die chemische Analyse bei der Bewertung der Rohkautschuke nicht etwa die gleiche Rolle spielen kann, wie z. B. bei der Bewertung der Chininrinden, deren Preis sich einfach nach der Menge des in ihnen enthaltenen Chinins richtet. Eine derartige Bewertung, bei der nur die in den verschiedenen Handelsprodukten enthaltenen Mengen von Reinkautschuk bzw. Reinguttapercha oder Reinbalata, berücksichtigt würden, würde auch nur dann berechtigt sein, wenn die Qualität der aus denselben herzustellenden Produkte nur von der Menge der in diesen enthaltenen Kohlenwasserstoffe der Kautschukgruppe abhinge. Nur aus Reinkautschuk und Schwefel bestehende Produkte werden ja aber in der Industrie überhaupt nicht hergestellt und die Qualität der verschiedenen Kautschukwaren hängt außer von der Menge des in ihnen enthaltenen Reinkautschuks in hohem Maße von dem Polymerisationsgrade und den kolloiden Eigenschaften desselben ab und ferner auch von der Menge und Beschaffenheit der in dem Rohkautschuk enthaltenen und bei der Vulkanisation zugesetzten Fremdkörper. Es ist nun aber zurzeit noch nicht mög-

lich, durch chemische Analyse genau festzustellen, inwieweit sich der in einer bestimmten Kautschuksorte enthaltene Reinkautschuk in einem für die Herstellung bestimmter Gummiwaren günstigen Polymerisationsgrade befindet, und es läßt sich auch noch nicht mit Bestimmtheit angeben, welchen Einfluß die in den verschiedenen Kautschuksorten enthaltenen Fremdkörper auf die Qualität der aus ihnen herzustellenden Produkte ausüben.

Ferner ist auch noch zu berücksichtigen, daß an die verschiedenen Kautschukwaren sehr verschiedene Ansprüche gestellt werden, und daß auch die gleiche Kautschuksorte für den Fabrikanten je nach den Produkten, die er aus ihr herstellen will, einen sehr verschiedenen Wert besitzen kann. So wird z. B. der Fabrikant von Gummisaugern oder chirurgischen Artikeln, bei denen auf vollständige Durchsichtigkeit und möglichst helle Farbe großer Wert gelegt wird, hellen Kautschuk zu erwerben suchen und für diesen auch einen etwas höheren Preis zahlen können, während z. B. für den Fabrikanten von Autoreifen die Farbe des Rohkautschuks gar nicht von Bedeutung ist. Ferner müssen bei Kautschuk, der zur Herstellung elektrischer Isoliermassen benutzt werden soll, an die Reinheit des Materials viel höhere Anforderungen gestellt werden, als bei vielen anderen Verwendungsarten des Kautschuks. Daß aber auch die Beschaffenheit der in der Handelsware enthaltenen Fremdkörper bei der Bewertung derselben eine Rolle spielt, geht wohl daraus hervor, daß für die in den Handel kommende gute Balata, obwohl sie meist mindestens zur Hälfte aus harzartigen Stoffen besteht, ein erheblich höherer Preis bezahlt wird, als für die besten Kautschuksorten, die über 90% Reinkautschuk enthalten.

Ferner zeigen nun aber die verschiedenen Kautschuksorten beim Plastizieren und bei der Herstellung von Kautschuklösungen, in der Menge der verschiedenen Beimengungen, die sie vertragen, und in der Vulkanisationsgeschwindigkeit ein sehr verschiedenes Verhalten, und es wird somit begreiflich, daß es nicht möglich ist, für die verschiedenen Arten von Rohkautschuk einen genau zahlenmäßig ausgedrückten Wert anzugeben, und in der Tat zeigt denn auch das Preisverhältnis zwischen den verschiedenen Kautschuksorten, z. B. zwischen dem *Hevea*-Wildkautschuk und dem *Hevea*-Plantagenkautschuk sehr große Schwankungen, und wird auch dann, wenn genau festgestellt ist, wie die einzelnen Eigenschaften der verschiedenen Handelssorten auf die Herstellungskosten und die Qualität der einzelnen Gummiwaren einwirken, für die Hersteller verschiedener Gummiwaren ein verschiedenes bleiben. Es wird sich also der Preis der einzelnen Handelssorten stets danach richten müssen, wieviel von ihnen an den Markt kommt und wieviel von den verschiedenen Konsumenten verbraucht wird. Da z. B. der Bedarf an hellem Kautschuk nur ein beschränkter ist, so wird bei starker Produktion derartiger Sorten der Preisunterschied zwischen diesen und den dunkleren, sonst aber gleichartigen Sorten geringer werden müssen, weil ja unter diesen Umständen ein vollständiger Absatz der hellen Sorten nur dann möglich wird, wenn der vorhandene Überschuß von solchen Fabriken verarbeitet wird, die auf die helle Farbe gar keinen Wert legen und also auch keinen Grund haben, für den helleren Rohkautschuk einen höheren Preis zu zahlen. Ferner ist es begreiflich, daß viele Fabrikanten es vorziehen, an den alten Handelsmarken festzuhalten, über deren Verwendbarkeit sie bereits langjährige Erfahrungen gesammelt haben, und daß neue Handelsmarken, besonders wenn sie nicht in großen Mengen von gleichartiger Beschaffenheit auf den Markt kommen, so daß es sich lohnt, mit ihnen Versuche zu machen, im allgemeinen einen verhältnismäßig geringeren Preis erzielen werden.

In neuerer Zeit sind nun aber namentlich die größeren Fabriken immer mehr dazu übergegangen, in besonderen Versuchslaboratorien die für ihre Betriebe besonders wichtigen Eigenschaften der verschiedenen Kautschuksorten nach exakt wissenschaftlichen Methoden genau zu prüfen und fortwährend zu kontrollieren. Es dienen zu diesem Zwecke namentlich folgende Untersuchungsmethoden:

Die chemische Untersuchung der Handelsprodukte,

die Viskositätsbestimmung der aus ihnen hergestellten Lösungen,

die Untersuchung des Verhaltens bei der Vulkanisation und

die mechanische Prüfung der bei der Vulkanisation erhaltenen Produkte.

Es sollen nun im folgenden diese verschiedenen Prüfungsmethoden etwas ausführlicher besprochen werden, und zwar wollen wir uns dabei allein auf den Kautschuk beschränken.

1. Die chemische Untersuchung des Rohkautschuks. Die chemische Untersuchung des Rohkautschuks hat namentlich in der Zeit, als man aus den verschiedenartigsten Pflanzen Kautschuk zu gewinnen suchte und als infolge des Kautschukmangels auch sehr minderwertige und zum Teil stark verunreinigte Kautschuksorten auf den Markt kamen, eine große Bedeutung besessen. Da nun aber jetzt der bei weitem größte Teil des in den Handel kommenden Kautschuks von *Hevea* stammt und der *Hevea*-Kautschuk in seiner chemischen Zusammensetzung nur verhältnismäßig geringe Abweichungen zeigt, ist die praktische Bedeutung der chemischen Analyse des Kautschuks mehr in den Hintergrund getreten. Wie aber unter anderem von van Rossem (I, 40) nachgewiesen wurde, kann die chemische Analyse doch auch bei dem *Hevea*-Kautschuk schon jetzt manche für die Praxis wertvollen Aufschlüsse geben, und ist namentlich dann unentbehrlich, wenn die Bedeutung der verschiedenen in dem Rohkautschuk vorhandenen Begleitstoffe festgestellt werden soll.

Von den verschiedenen bei der Analyse des Rohkautschuks verwendeten Methoden wurde nun namentlich die von Spence (Q. J. L. 2, 91) ausgearbeitete vielfach verwandt, und es soll denn auch zunächst der von diesem Autor empfohlene Analysengang kurz beschrieben werden. Im Anschluß daran sollen dann die zur Bestimmung der einzelnen im Rohkautschuk enthaltenen Stoffe dienenden Methoden etwas ausführlicher besprochen werden.

a) **Die Methode der Rohkautschukanalyse von Spence.** Zur Bestimmung des Waschverlustes wird zunächst aus der zu analysierenden Handelsware ein gutes Durchschnittsmuster hergestellt. Bei größeren Ballen oder Broten darf dasselbe weder nur aus den inneren, noch auch nur aus den äußeren Schichten allein entnommen werden, sondern soll so genau wie möglich dem Durchschnitt der ganzen Partie auch in Beziehung auf seine Verunreinigungen durch Sand, Rinde, Feuchtigkeit usw. entsprechen. Das Durchschnittsmuster soll ungefähr 500 g schwer sein.

Das genau gewogene Muster wird nun in mäßig warmem Wasser eine halbe Stunde aufgeweicht und dann auf einer Waschwalze zu einem dünnen Fell ausgewalzt und unter peinlicher Vermeidung jeden Verlustes an Gummi sorgfältig rein ausgewaschen. Von dem erhaltenen Felle wird sodann anhaftendes Wasser so gut wie möglich abgepreßt und das Ganze dann in einem vor Licht geschützten Raume über Chlorkalzium getrocknet und dann gewogen.

Von dem so erhaltenen lufttrockenen Fell wird nun wieder ein Durchschnittsmuster von 10 g genommen und im fein zerschnittenen Zustande bei Zimmertemperatur im Vakuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der so ermittelte genaue Waschverlust wird auf das ursprüngliche große Waschmuster umgerechnet und ergibt den Waschverlust des zu untersuchenden Rohkautschuks.

Zur Bestimmung des Harzgehaltes verfährt man in der Weise, daß man 4—6 g von dem völlig getrockneten Felle fein zerschneidet und im Soxhlet-Apparat auf dem Wasserbade mit heißem Azeton bis zur völligen Erschöpfung extrahiert. Die Extraktion kann bei dem einen Muster in Stunden vollendet sein, bei Anwesenheit großer Mengen schwer löslicher Harze sogar Tage in Anspruch nehmen. Die gesammelten Azetonextrakte werden dann heiß in einem tarierten Kolben abdestilliert und der Rückstand wird im Luftbad bei 80° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und dann gewogen.

Zur Bestimmung des löslichen Reinkautschuks wird der mit Azeton extrahierte Kautschuk im Vakuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Eine gewogene Menge von etwa 1,5 g wird sodann in einem Maßgefäß mit etwa 100 ccm kaltem Benzol unter möglichst häufigem und kräftigem Durchschütteln zur Abquellung (Lösung) gebracht, wozu meist einige Stunden ge-

nügen. Erwärmung ist, da sie die Abquellung nicht merklich beschleunigt, zu unterlassen.

Sobald das wirklich Abquellbare durch das Benzol verflüssigt ist, wird die Lösung auf 200 ccm aufgefüllt, und dann werden durch einen mit Glaswollstopfen versehenen und mit Uhrglas bedeckten Trichter etwa 100 ccm der Lösung in eine graduierte Flasche abfiltriert; Trichter nebst Glaswollstopfen waren vorher im Trockenschrank getrocknet und gewogen.

Das genau gemessene Filtrat wird in einen gewogenen Erlenmeyerkolben hinübergespült, das Benzol wird auf dem Wasserbade abdestilliert und aus dem Trockenrückstande werden die letzten Spuren des Benzols entfernt, indem man unter Erwärmung auf 30° einen kräftigen Kohlensäurestrom hindurchleitet, um eine Oxydation des erwärmten trockenen Kautschuks zu verhindern. Der an den Wänden und am Boden des Kolbens haftende Kautschuk wird dann noch im Vakuumexsikkator über Paraffin und Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, und dann wird der Kolben gewogen. Das so gefundene Gewicht des Kautschuks wird dann auf die Gesamtmenge des in Arbeit genommenen Kautschuks umgerechnet.

Zur Bestimmung der in Benzol unlöslichen Substanz benutzt man den Rest der noch nicht filtrierten Abquellung. Dieser wird mit Benzol soweit verdünnt, daß er sich gut filtrieren läßt; dann wird durch den früher benutzten mit Glaswollstopfen versehenen Trichter filtriert, der Filterrückstand wird zuerst mit Benzol, dann mit Alkohol gewaschen, bei 65° getrocknet, im Vakuumexsikkator über Schwefelsäure erkalten gelassen und nach eingetretener Gewichtskonstanz gewogen.

Zur Bestimmung der stickstoffhaltigen Substanz (Proteine) wird von etwa 2 g des getrockneten Felles nach dem genauen Wägen der Stickstoffgehalt nach der Kjeldahlschen Methode bestimmt. Der gefundene Wert wird dann meist durch Multiplikation mit 6,25, entsprechend dem durchschnittlichen Stickstoffgehalt der Eiweißkörper von 16%, auf Proteingehalt umgerechnet.

Zur Bestimmung des Aschengehaltes werden etwa 4—5 g des gewaschenen Kautschuks nach dem Wägen in einem gewogenen Platintiegel vorsichtig verascht. Nach dem Erkalten wird gewogen. Die Asche kann dann noch qualitativ, namentlich auf Eisen, Tonerde, Kalk, Magnesia, Chloride, Sulfate und Phosphate geprüft werden.

b) **Die Bestimmung des Waschverlustes.** Bezüglich der Methodik sei zunächst darauf hingewiesen, daß, wie von Korneck (G. Z. 25, 6) hervorgehoben wurde, zum Zerkleinern der Muster nur sehr scharfe und saubere Instrumente benutzt werden sollen, weil sonst leicht ein Ausquetschen von Flüssigkeit stattfinden kann. Bei der Trockengewichtsbestimmung sollten ferner die beiden letzten Wägungen stets mindestens 24 Stunden auseinanderliegen. Bei Versuchen von Korneck trat in einem Falle erst am 7. Tage Gewichtskonstanz ein.

Die Bestimmung des Waschverlustes ist nun insofern für den Kautschukfabrikanten von Wichtigkeit, weil er daran ersehen kann, wieviel von dem verwendeten Rohprodukt in die aus derselben herzustellenden Fabrikate übergeht, denn die Verarbeitung des Kautschuks beginnt ja in den Gummifabriken stets mit dem Waschen und Trocknen der Rohstoffe.

Der Waschverlust setzt sich nun aber aus drei ganz verschiedenen Bestandteilen zusammen, nämlich aus

den mechanischen Verunreinigungen des Rohkautschuks durch Rindenteile, Sand, Fasern u. dergl.,

den im Rohkautschuk enthaltenen löslichen Stoffen, die entweder aus dem Milchsaft selbst stammen oder bei der Präparation in denselben hineingelangen können, und aus

Wasser, das ja auch mit in dem Waschverlust enthalten ist, da ja der gewaschene Kautschuk im trockenen Zustande gewogen wird.

Will man nun zunächst die in dem Rohkautschuk enthaltenen mechanischen Verunreinigungen, die durch das Waschen schwer vollständig zu entfernen sind und auch beim Waschen mit den Waschwalzen schwer quantitativ aufgefangen werden können, genau feststellen und untersuchen, so kann man hierfür die von Beadle und Stevens (An. 1912)

empfohlene Methode benutzen, nach der der fein zerschnittene Rohkautschuk in einem Lösungsmittel gekocht wird, durch das Kautschuk, Harze und Eiweißstoffe in eine gut flüssige Lösung übergeführt werden, so daß die Verunreinigungen durch Dekantieren und Auswaschen isoliert werden können. Die genannten Autoren empfehlen zu diesem Zwecke namentlich Phenetol (Äthylphenyläther). Von dem fein zerschnittenen Rohkautschuk wird 1 g im Probierglase in 5,10 ccm des Lösungsmittels gebracht, dann erwärmt man zunächst langsam, damit der Kautschuk gut aufquellen kann. Am besten ist es zunächst etwa ½ Stunde lang auf 100° zu erhitzen und dann die Temperatur allmählich steigen zu lassen und 1—1½ Stunden auf 140° zu halten. Nach der Abkühlung wird dann die ganze Masse in etwa 100 ccm Benzol gebracht, worin man sich die Verunreinigungen absetzen läßt. Man kann dann noch ein- oder zweimal mit Benzol waschen und dekantieren, bevor man die Verunreinigungen zu weiterem Waschen auf ein Filter bringt. In manchen Fällen war es aber vorteilhafter, die löslichen Substanzen durch wiederholtes Dekantieren mit Naphtha zu entfernen, die letzten Spuren desselben abzudampfen und den Rückstand auf einer tarierten Schale zu wiegen. Der nach diesem Verfahren abgeschiedene unlösliche Rückstand läßt sich, da er in seiner Struktur nicht beeinträchtigt ist, sehr gut für mikroskopische Untersuchungen zur Feststellung seiner Abstammung verwenden.

Um ferner die in Wasser löslichen Bestandteile des Rohkautschuks zu bestimmen, wird von van Rossem (I, 76) folgende Methode vorgeschlagen:

Von dem feingeschnittenen Kautschuk werden 3 g sechs Stunden lang mit ungefähr 100 ccm destilliertem Wasser auf einem Wasserbade extrahiert. Dann wird die Flüssigkeit abfiltriert und der auf dem Filter zurückgebliebene Kautschuk nochmals zwei Stunden lang mit 50 ccm destilliertem Wasser extrahiert. Darauf wird aufs neue filtriert und der auf dem Filter befindliche Kautschuk mit kochendem Wasser gewaschen. Das gesamte Filtrat wird in einem gewogenen Schälchen auf dem Wasserbad eingedampft und der Rückstand eine Stunde lang in einem Trockenschrank bei 100° getrocknet und dann gewogen.

Längeres Extrahieren liefert kein größeres Quantum Extrakt.

Bei der nach dieser Methode ausgeführten Untersuchung von 86 Proben von *Hevea*-Plantagenkautschuk wurden nun als Durchschnitt ein wässeriger Extrakt von 0,5 %, ein Maximum von 1,1% des Rohkautschuks festgestellt. Bei Hard Fine Parakautschuk betrug derselbe ebenfalls 0,4—0,5%. Dagegen war die Zahl bedeutend größer (4 — 6,5%) bei denjenigen Kautschuksorten, die auf den Plantagen durch Eindampfen des Latex gewonnen waren. Für diese wurde ferner nachgewiesen, daß ungefähr zwei Drittel der Asche in den wässerigen Extrakt übergehen. Ferner wird aber auch ein Teil der stickstoffhaltigen Bestandteile extrahiert. Es zeigt dies, daß es sich hierbei nicht um gewöhnliche Eiweißstoffe handeln kann, da diese beim Erhitzen auf dem Wasserbade hätten unlöslich werden müssen. Außerdem befinden sich in dem Extrakt auch noch Substanzen, deren Zusammensetzung noch nicht genau festgestellt werden konnte.

Will man allein den Wassergehalt des Rohkautschuks bestimmen, so kann dies in der Weise geschehen, daß man den zerschnittenen Kautschuk bei Zimmertemperatur in Vakuumexsikkator über Schwefelsäure trocknet. Um den Trockenprozeß abzukürzen, wurde aber von verschiedenen Autoren (vergl. Fol, R. R. I. 414) empfohlen, den Kautschuk bei erhöhter Temperatur in einem indifferenten Gase (Kohlensäure, Leuchtgas) zu trocknen, wodurch eine Oxydation des Kautschuks verhindert werden soll. Nach den am Delfter Kautschukprüfungsamt ausgeführten Untersuchungen wird nun aber auch durch ein etwa zweistündiges Erwärmen des Kautschuks in atmosphärischer Luft keine so starke Oxydation bewirkt, daß dadurch eine merkliche Gewichtszunahme hervorgerufen werden könnte. Von van Rossem (I, 43) wird denn auch folgendes Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes empfohlen:

Von dem feingeschnittenen Muster werden 3—5 g unmittelbar nach dem Zerschneiden im Trockenschrank bis zum

konstanten Gewicht getrocknet, welcher Vorgang mindestens zwei Stunden erfordert; bei sehr feuchten Kautschuksorten, wie Djelutung und ähnlichen Produkten währt dies sogar bis zu acht Stunden.

Bemerkenswert ist nun aber, daß nach den Untersuchungen von Krayenhoff van de Leur (vergl. van Rossem I, 45) der Wassergehalt des Rohkautschuks in hohem Grade von dem Wassergehalt der umgebenden Luft abhängig ist, und daß diese Abhängigkeit bei den verschiedenen Kautschuksorten sehr verschieden ist, und daß der Wassergehalt des Rohkautschuks ferner auch bei verschiedener Temperatur verschieden groß ist.

Sehr groß ist ferner die Wassermenge, die der Kautschuk bei der Berührung mit flüssigem Wasser aufzunehmen vermag. So wurde von van Rossem (I, 50) beobachtet, daß ein *Hevea*-Sheet, der in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft einen Wassergehalt von 1,85 erreichte, in flüssigem Wasser 21,5% Wasser aufnahm.

c) **Die Bestimmung des Harzgehaltes.** Bei der Bestimmung des Harzgehaltes ist zu beachten, daß in dem Azetonextrakt außer harzartigen Körpern auch Stickstoffverbindungen und andere Stoffe enthalten sein können, und daß ferner bei der Extraktion stark depolymerisierter Kautschuksorten auch ein Teil des Kautschukkohlenwasserstoffs in den Extrakt übergehen kann. Es wäre somit, wie von van Rossem (I, 51) hervorgehoben wurde, richtiger, anstatt des Ausdruckes »Harzgehalt« die Bezeichnung »Gehalt an Azetonextrakt« od. dergl. zu gebrauchen. Da es sich nun aber bei dem Azetonextrakt jedenfalls in erster Linie um harzartige Verbindungen handelt, ist es doch wohl zweckmäßiger, an der nun einmal eingebürgerten Bezeichnungsweise festzuhalten.

Um ferner die Zeit zu bestimmen, welche zur vollständigen Extraktion der Harze erforderlich ist, hat Zilchert (G. Z. 25, 716) bei einer Anzahl von Kautschukarten die in verschiedenen Zeiten in Azeton gelösten Harzmengen genau gewogen und kommt zu dem Resultate, daß eine etwa zehnstündige Extraktionsdauer bei intensiver Arbeit der Extraktoren Resultate gibt, die in weitaus den meisten Fällen für technische Zwecke von genügender Genauigkeit sind. Bei *Manihot*-Kautschuk waren z. B. nach elfstündiger Extraktionsdauer 92% von der Gesamtmenge der Harze, die von dem Gesamtgewicht des Kautschuks 4,19% ausmachten, extrahiert, nach 17 Stunden 96%, nach 24 Stunden 98% und nach 30 Stunden 100 %.

Ein vorheriges Trocknen des Kautschuks ist nach Fol (R. R. I. 417) bei dem wasserarmen Plantagenkautschuk nicht erforderlich; ob ein solches bei den wasserreicheren Kautschuksorten zuverlässigere Resultate gibt, hält er dagegen noch für unentschieden. Sollte sich das Trocknen als notwendig erweisen, so ist dabei eine Oxydation des Kautschuks möglichst zu verhindern, da schon durch eine geringe Oxydation eine verhältnismäßig starke Vermehrung der in Azeton löslichen Substanz bewirkt werden kann. Fol empfiehlt für diesen Fall besonders ein Trocknen bei 100° in einem indifferenten Gase.

Soll eine größere Anzahl von Analysen in möglichst kurzer Zeit ausgeführt werden, so benutzt man nach van Rossem (I, 51) an Stelle des Soxhletschen Apparates zweckmäßiger den Berntropschen Apparat. Dieser besteht aus einem Kolben von bestimmter Form und Größe und von derartigem Gewicht, daß er noch auf einer analytischen Wage gewogen werden kann. Die Scheicher u. Schüllsche Extraktionshülse hängt in diesem an zwei dünnen Fäden, die zwischen Kork und Kolbenhals festgeklemmt sind. Die Hülse wird zunächst so tief gehängt, daß sie beinahe bis auf den Boden reicht und somit in der kochenden Flüssigkeit hängt. Nach Verlauf einer bestimmten Zeit wird die Hülse an den beiden Fäden hochgezogen, so daß sie nun von der aus dem Kühler tropfenden Flüssigkeit ausgewaschen wird. Wenn man die Papierhülse durch ein in derselben Weise aufgehängtes Glasröhrchen ersetzt, kann darauf die Flüssigkeit abdestilliert werden.

Die Bestimmung des Azetonextraktes wird mit Hilfe dieses Apparates an dem Delfter Kautschukprüfungsamte in folgender Weise ausgeführt: Von der feingeschnittenen Probe werden 3,5 g in Nesseltuchläppchen zusammengerollt und in eine papierne Extraktionshülse gebracht. Darauf werden sie zwei bis drei

Stunden lang in einem Berntropschen Extraktionskölbchen, das ungefähr 100 ccm Azeton enthält und mit einem Rückflußkühler versehen ist, gekocht. Darauf wird die Hülse, an der zwei Fäden befestigt sind, aus der kochenden Flüssigkeit herausgezogen und mit Hilfe der Fäden unterhalb des Kühlers aufgehängt. Von dem aus diesem heraustropfenden Azeton wird die Hülse nun 1—2 Stunden lang ausgewaschen, worauf das Azeton aus dem Kölbchen abdestilliert wird. Nun trocknet man das Kölbchen bei 105° bis zum konstanten Gewicht.

d) **Die Bestimmung des Reinkautschuks.** Die exakte Bestimmung des Reinkautschuks ist mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden. Die Spencesche Methode ist deshalb nicht fehlerfrei, weil in der in Benzin unlöslichen Substanz häufig noch erhebliche Mengen von Reinkautschuk enthalten sind, daneben aber namentlich auch Aschenbestandteile und Eiweißstoffe. Es wird deshalb auch vielfach eine indirekte Bestimmung des Kautschuks vorgezogen. Aber auch diese ist stets mit gewissen Fehlerquellen verbunden. Die zuverlässigsten Werte werden wohl nach der von van Rossem (I, 80) vorgeschlagenen Methode erhalten, indem man den in Prozenten ausgedrückten Wassergehalt, den Gehalt an Azetonextrakt, den Aschengehalt und den Eiweißgehalt von 100% abzieht. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß in dem Azetonextrakt, wenn er direkt aus dem Rohkautschuk hergestellt wird, erhebliche Mengen von Eiweißstoffen und löslichen Verbindungen enthalten sein können, die dann doppelt abgezogen werden. Namentlich für Kautschuksorten, die reich an solchen Stoffen sind, wird deshalb von van Rossem empfohlen, den Wassergehalt, den Wasserextrakt und den Azetonextrakt des ursprünglichen Rohkautschuks sowie den Aschen- und Eiweißgehalt der extrahierten Probe zu bestimmen, von der Summe dieser fünf Zahlen den in Wasser löslichen Teil des Azetonextraktes abzuziehen und das Ergebnis von 100% zu subtrahieren.

Ferner hat man nun aber die Menge des in dem Rohkautschuk enthaltenen Reinkautschuks auch in der Weise zu bestimmen versucht, daß man den Kautschukkohlenwasserstoff in eine andere quantitativ genau zu bestimmende Verbindung überführte. Am meisten angewandt wurden zu diesem Zwecke die sogenannte Nitrosit- und die Tetrabromidmethode.

Die Nitrositmethode. Durch Harries (I, 33) und seine Schüler wurde nachgewiesen, daß unter Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen jedenfalls der größte Teil des Reinkautschuks in eine stabile Verbindung verwandelt wird, die von Harries als Nitrosit c bezeichnet wurde und die Zusammensetzung ($C_{10}H_{15}N_3O_7$) besitzt. Es wurde nun allerdings von verschiedenen Autoren nachgewiesen, daß diese Reaktion nicht immer ganz glatt verläuft, und daß dabei häufig Nebenreaktionen auftreten, die die Genauigkeit der Analyse beeinträchtigen können. Auf der anderen Seite wurde aber doch durch zahlreiche Analysenergebnisse nachgewiesen, daß die Nitrositmethode bei der Kautschukuntersuchung bis zu einem gewissen Grade befriedigende Resultate zu liefern imstande ist, und es soll denn auch im folgenden die von Korneck (G. Z. 25, 4) modifizierte Harries-Fendlersche Nitrositmethode kurz beschrieben werden. Nach dieser wird der gewaschene und getrocknete Kautschuk vor oder nach der Harzextraktion in Benzol gelöst und dann durch Einleiten von salpetriger Säure nitrosiert. Der Kautschuk bildet dann einen gelben Niederschlag, der in Benzol und Äther unlöslich ist. Die etwa noch vorhandenen Harze werden hierbei zwar ebenfalls in ein in Benzol unlösliches Nitrosit verwandelt, dies soll aber nach Korneck gleich nach seiner Bildung in Äther leicht löslich sein. Nach Versuchen von Fendler (G. Z. 25, 315) ist dies aber zum mindesten nicht allgemein zutreffend, und es wird deshalb auch von dem genannten Autor empfohlen, bei der Nitrositmethode allein vorher entharzten Kautschuk zu verwenden. Auch die durch Nitrosierung der Proteinstoffe entstehenden Nitrosite sind nach Korneck in Benzol und Äther löslich. Dahingegen scheint das aus der unlöslichen Modifikation des Kautschuks (Modifikation b von Harries) entstehende Nitrosit die gleichen Eigenschaften zu besitzen wie das Nitrosit c und wird also bei dieser

Analysenmethode mit als Reinkautschuk bestimmt.

Die Tetrabromidmethode. Durch Einwirkung von Brom auf Kautschuk entsteht eine Bromverbindung, die im Molekül vier Bromatome enthält, die sich nach Lösung der beiden doppelten Bindungen des Kautschukmoleküls den betreffenden Kohlenstoffatomen anlagern, so daß ein Kautschuktetrabromid von der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}Br_4)x$ entsteht. Das Kautschuktetrabromid läßt sich nun durch Alkohol glatt ausfällen und wurde von Budde (G. Z. 24, 1 und 269) zu einer Methode der Kautschukbestimmung verwandt. Es wird danach mit Schwefelkohlenstoff und Benzin weiter gereinigt. Die Menge des entstehenden Tetrabromids wird dann nach Titrierung des Broms durch Umrechnung ermittelt.

Auch diese Methode wurde in den letzten Jahren in mannigfacher Weise modifiziert, nach Harries (I, 12) liefert dieselbe aber stets zu kleine Werte.

e) **Bestimmung des unlöslichen Anteils des Rohkautschuks.** Bei Bestimmung des unlöslichen Anteils des Rohkautschuks erhält man naturgemäß verschiedene Werte, je nachdem man zur Analyse vorher gewaschenen oder ungewaschenen Kautschuk verwendet.

Bei Befolgung des Spenceschen Analysenganges, bei dem das »Unlösliche« an vorher gewaschenem Rohkautschuk bestimmt wird, befindet sich in demselben zunächst stets ein mehr oder weniger großer Teil der Kautschukkohlenwasserstoffe, der unter den betreffenden Bedingungen nicht mit in den Benzolextrakt übergeht. Man nahm meist an, daß es sich hierbei um die höheren Polymeren des Reinkautschuks, die Modifikation b von Harries, handelte. Nach van Rossem (I, 71 und 106) ist es aber durch die Viskositätsbestimmungen van Heurns zweifelhaft geworden, ob der schweren Löslichkeit in Benzin immer ein höherer Polymerisationsgrad entspricht.

Außerdem befinden sich in dem „Unlöslichen" von Spence auch ein großer Teil der in dem Rohkautschuk enthaltenen stickstoffhaltigen Bestandteile und die im Wasser unlöslichen Aschenbestandteile.

Wird nun aber zur Bestimmung des unlöslichen Anteiles des Rohkautschuks ungewaschener Kautschuk verwandt, so befinden sich in diesem außer den bereits erwähnten Bestandteilen auch die mechanischen Verunreinigungen des Rohkautschuks und die in Wasser löslichen Bestandteile, soweit sie nicht in Azeton oder Benzol löslich sind.

f) **Bestimmung der stickstoffhaltigen Substanzen.** Bei Bestimmung der stickstoffhaltigen Bestandteile des Kautschuks wird gewöhnlich von der Annahme ausgegangen, daß es sich dabei um Eiweißstoffe von normaler Zusammensetzung handelt, und es wird einfach der durch die Kjeldahlsche Methode angezeigte Stickstoffgehalt mit 6,25 multipliziert. Da nun aber in dem Milchsaft (s. A, III, 3, d) sowohl wie in dem Rohkautschuk auch stickstoffhaltige Verbindungen vorkommen, die keine echten Eiweißstoffe sind, können die in der beschriebenen Weise errechneten Zahlen nicht als genau angesehen werden. Der hierdurch entstehende Fehler kann aber namentlich dann, wenn es sich um die Vergleichung verwandter Kautschuksorten handelt, keine sehr große Bedeutung besitzen.

g) **Die Bestimmung des Aschengehaltes.** Bezüglich der Bestimmung des Aschengehaltes sei nur hervorgehoben, daß diese, wenn auch der Waschverlust bestimmt wird, an gewaschenem Rohkautschuk ausgeführt werden muß, weil sonst die in den mechanischen Verunreinigungen und den in Wasser löslichen Bestandteilen des Rohkautschuks enthaltenen Aschenbestandteile doppelt in Rechnung gebracht werden.

h) **Die Bestimmung des Säuregrades.** Von dem Kautschukprüfungsamte in Delft wird auch der Säuregrad des Rohkautschuks bestimmt, und zwar versteht man darunter nach van Rossem (I, 78) den Säuregrad des Extraktes (ausgedrückt durch die Anzahl von Kubikzentimetern 0,01 n-Säure), den man durch kalte Extraktion von 1 g Kautschuk mit 200 ccm Wasser nach Verlauf von 24 Stunden erhält. Die Bestimmung geschieht in folgender Weise:

5 g der feingeschnittenen Probe werden mit 100 ccm gekochtem, destilliertem

Wasser übergossen. Nach 24stündigem Stehenlassen titriert man einen entsprechenden Teil mit 0,01 n-Natronlauge, wobei man Phenolphthalein als Indikator benutzt.

2. Die Viskositätsbestimmung der Kautschuklösungen. Nach van Rossem (I, 115) wurde durch van Heurn nachgewiesen, daß die Zugfestigkeit des Rohkautschuks zu dem Viskositätsgrade der aus ihm hergestellten Lösungen in einem konstanten Verhältnis steht, und daß somit jedenfalls für solchen Kautschuk, der im nichtvulkanisierten Zustande verwandt werden soll, die Bestimmung des Viskositätsgrades als Mittel zur Wertbestimmung benutzt werden kann. Außerdem wurde durch die Untersuchungen von Schidrowitz und Goldsbrough (K. Z. 4, 127), van Heurn (s. van Rossem I, 120) u. a. festgestellt, daß auch der Vulkanisationskoeffizient und die mechanischen Eigenschaften der bei der Vulkanisation gewonnenen Produkte zu dem Viskositätsgrade der von dem Ausgangsprodukte hergestellten Lösung in Beziehung stehen. So wird denn auch neuerdings sehr vielfach bei der Bewertung von Rohkautschuken der Viskositätsgrad der aus ihnen hergestellten Lösungen angegeben.

Zur Bestimmung des Viskositätsgrades von Kautschuklösungen wird zurzeit wohl fast ausschließlich der Ostwaldsche Kapillarviskosimeter verwandt, bei dem die zu prüfende Lösung durch ein Kapillarrohr von etwa 1 mm innerer Weite hindurchströmt. Als Lösungsmittel für den Kautschuk wird meist Benzol verwandt.

Man bestimmt zunächst die »relative Viskosität«, indem man die bei einem bestimmten Konzentrationsgrade gefundene Ausflußzeit durch die des reinen Lösungsmittels dividiert. Nachdem man in dieser Weise für mehrere Konzentrationen die relative Viskosität festgestellt hat, konstruiert man die Viskositätskurve, indem man die Konzentration der Lösung als Abszisse und die relative Viskosität als Ordinate benutzt.

Schidrowitz (I) benutzte ferner als Maß für die Viskosität die Zahl, welche man erhält, wenn man den Tangens des Winkels, welchen die Tangente an die Viskositätskurve bei der Konzentration von 1% mit der Abszissenachse bildet, mit 2000 multipliziert. — Fol (K. Z. 1913, 141) benutzte dagegen als Vergleichsgröße die Ausdehnung der Fläche, die von der mittels einiger empirisch gefundener Punkte konstruierten Viskositätskurve, der Ordinaten- und Abszissenachse und der der einprozentigen Lösung entsprechenden Ordinate begrenzt wird. Die Größe dieser Fläche wird mit einem Planimeter oder durch Wägung von Papierstücken von den betreffenden Dimensionen festgestellt. Die Zahl, welche die Größe dieser Fläche, in Quadratzentimetern ausgedrückt, angibt, wird Viskositätszahl genannt. Bei Konstruktion der Viskositätskurve wurde eine 0,1%ige Lösung auf der Abszisse = 1 cm und auf der Ordinate die relative Viskosität 2 = 1 cm gesetzt.

Nach van Rossem (I, 94) kann man indessen die Bestimmung der Viskositätskurve noch erheblich vereinfachen. Durch Vergleichung einer großen Anzahl von Viskositätskurven wurde nämlich festgestellt, daß diese sich, wenn keine Versuchsfehler vorlagen, in keinem Falle schneiden. Hat man nun eine größere Anzahl dicht aufeinander folgender Viskositätskurven übereinander gezeichnet, so kann man für einen Kautschuk, dessen relative Viskosität man für irgendeine Konzentration bestimmt hat, die zugehörige Viskositätskurve mit genügender Genauigkeit aus freier Hand zwischen die gezeichneten Kurven eintragen, und wenn bei den Grundkurven auch die zugehörigen Viskositätszahlen angegeben sind, durch Interpolation auch die Viskositätszahl der geprüften Kautschuksorte berechnen.

An dem Delfter Kautschukprüfungsamt wird nach van Rossem (I, 98) zur Bestimmung der Viskositätszahl folgende Methode verwandt:

Es wird eine mittelgroße Probe des Kautschuks mit der Schere in kleine Stückchen geschnitten. Hiervon wird nahezu 1 g abgewogen und in eine braune Flasche gebracht, worauf 100 ccm chemisch reines Benzol (Siedepunkt 80°) hinzugefügt werden. Die Flasche wird mit einer Schüttelmaschine geschüttelt, bis der gesamte Kautschuk in Lösung gegangen ist oder bis, falls dies nicht ge-

lingt, mindestens 80% gelöst sind. Man filtriert durch Glaswolle oder durch Watte und bestimmt in gedämpftem Licht bei 30° die Ausflußzeit dieser Lösung mit einem Ostwaldschen Kapillarviskosimeter von „Musterabmessungen". Die zuerst beobachtete Ausflußzeit wird für die Berechnung verwendet; es folgt eine zweite Beobachtung, um größere Fehler der ersteren aufzudecken; sie darf nur ein sehr wenig niedrigeres Ergebnis liefern als jene. Die gefundene Ausflußzeit, dividiert durch die des reinen Benzols, ergibt die »relative Viskosität«. Die Konzentration der Lösung wird dann dadurch bestimmt, daß man 25 ccm davon in einem vorher gewogenen Schälchen verdampft. Nun sucht man in der Figur, die das System der Grundkurven darstellt, den Punkt auf, der der berechneten relativen Viskosität und der gefundenen Konzentration entspricht und fügt, wenn dieser Punkt nicht schon auf eine der Kurven fällt, eine neue Kurve zwischen die vorhandenen ein, was ohne Schwierigkeiten aus freier Hand geschehen kann. Auf dieser Kurve liest man dann den Wert der Viskosität bei einprozentiger Konzentration ab. Mit Hilfe einer Tabelle oder schon aus den Grundkurven kann man dann die zugehörige Viskositätszahl finden.

3. Das Verhalten bei der Vulkanisation. Da die verschiedenen Sorten von Rohkautschuk auch bei Anwendung des gleichen Vulkanisationsverfahrens sehr verschiedenartige Produkte liefern können, ist es für die Bewertung einer Rohkautschuksorte von großer Wichtigkeit, zu wissen, wie sie sich bei der Vulkanisation verhält. Es erscheint deshalb geboten, auf die bei dem Vulkanisationsprozesse stattfindenden Vorgänge etwas näher einzugehen. Bei Besprechung der Verwendung des Kautschuks (A. II, 1) wurde bereits erwähnt, daß besonders bei der Heißvulkanisation, die in der Praxis die bei weitem größere Rolle spielt, eine innige Mischung von Schwefel und Kautschuk hergestellt wird, und daß beim Erwärmen dieses Gemisches unter Druck derjenige Prozeß stattfindet, dem der vulkanisierte Kautschuk seine hervorragenden Eigenschaften verdankt. Es wurden nun zahlreiche Untersuchungen angestellt, um zu entscheiden, welche Vorgänge sich bei der Vulkanisation in dem Schwefel-Kautschuk-Gemisch abspielen, und es wurden in dieser Hinsicht namentlich zwei verschiedene Ansichten verfochten. Nach der ersteren findet zwischen dem Kautschuk und dem Schwefel bei der Vulkanisation eine chemische Bindung statt, indem der Schwefel in die Kautschukmoleküle eindringt; nach der anderen handelt es sich bei der Vulkanisation aber um einen kolloiden Vorgang, um eine Adsorptionserscheinung. Ich kann an dieser Stelle auf die einschlägige, sehr umfangreiche Literatur nicht näher eingehen und will nur hervorheben, daß nach den letzten Untersuchungen von Harries (I, 104) bei schwacher Vulkanisation nur eine Adsorption des Schwefels stattfindet.

Man hat nach Harries zu unterscheiden zwischen gewöhnlicher Vulkanisation mit etwa 10% Schwefel, Erhitzen auf 145° bis 3 Atm. etwa 30 Minuten, wie sie z. B. zur Herstellung von Autoschläuchen benutzt wird und erschöpfender Vulkanisation, die z. B. bei der Fabrikation von Vollgummireifen benutzt wird. Bei der gewöhnlichen Vulkanisation hat man ferner zwischen Primärvulkanisation und Nachvulkanisation zu unterscheiden. Der Übergang von der ersteren in letztere tritt ein beim längeren Lagern an warmen Orten oder beim Gebrauch, z. B. bei Autoschläuchen infolge von Erhitzung beim schnellen Laufen.

Bei der Untersuchung frisch vulkanisierter Kautschukproben, bei deren Herstellung keine Beschleuniger benutzt waren und deren Nachvulkanisation auch durch Anwendung von niedrigen Temperaturen bei der Extraktion des Schwefels möglichst vermieden wurde, fand nun Harries, daß der in ihnen enthaltene Schwefel praktisch quantitativ extrahiert werden konnte, und daß der Schwefel auch nicht in die daraus hergestellten Kautschukderivate überging. Bei der Primärvulkanisation kann es sich also nicht um eine chemische Bindung, sondern nur um einen Adsorptionsvorgang handeln.

Anders verhält sich dagegen der normal vulkanisierte Kautschuk nach der Nach-

vulkanisation und auch der erschöpfend vulkanisierte Kautschuk. Aus diesem läßt sich der Schwefel zum Teil nicht mehr mit Azeton extrahieren, und es läßt sich der Schwefel auch in den Derivaten des Kautschuks nachweisen.

In der Praxis unterscheidet man denn auch bei den verschiedenen Vulkanisationsprodukten zwischen dem in Azeton löslichen, freien Schwefel und dem gebundenen Schwefel, der, wie der Kautschuk selbst, von Azeton nicht gelöst wird. Man bezeichnet ferner als Vulkanisationskoeffizienten die Menge des gebundenen Schwefels bezogen auf den Reinkautschukgehalt der Mischung in Prozenten ausgedrückt.

Bei der Heißvulkanisation hängt nun die Größe des Vulkanisationskoeffizienten von verschiedenen Faktoren ab. Sie nimmt im allgemeinen zu mit der Menge des zugesetzten Schwefels, der Höhe des angewandten Druckes (Temperatur) und der Zeit der Vulkanisation. Außerdem kann sie auch durch verschiedene Zusätze, namentlich die sogenannten Vulkanisationsbeschleuniger, erhöht werden. Schließlich ist sie aber unter sonst gleichen Bedingungen von der Kautschuksorte abhängig, und es kann somit der Vulkanisationskoeffizient auch bei der Bewertung der verschiedenen Kautschukarten benutzt werden.

Meist wird zu diesem Zwecke allerdings die Vulkanisationszeit verwendet. Es ist in dieser Beziehung zu berücksichtigen, daß auch bei Anwendung des gleichen Verfahrens und der gleichen Zusätze bei Benutzung verschiedener Arten von Rohkautschuk bald eine zu starke, bald eine zu schwache Vulkanisation eintreten kann, und zwar gilt dies nicht nur für die von verschiedenen Pflanzen stammenden Arten von Rohkautschuk, sondern es kann auch der von der gleichen Art stammende Kautschuk, je nach der Gewinnungs- und Präparationsweise, dem Alter der Pflanze u. dgl. bei Anwendung der gleichen Vulkanisationsmethode ein sehr verschiedenartiges Produkt liefern. Der zu schwach vulkanisierte — »unter vulkanisierte« — Kautschuk ist meist weich und schwammig, der »über-vulkanisierte« spröde, brüchig und weniger haltbar.

Im allgemeinen wird man jedenfalls den schneller vulkanisierenden Kautschuksorten den Vorzug geben. Doch spielt die Vulkanisationszeit nicht mehr die gleiche Rolle, nachdem es gelungen ist, Stoffe (Vulkanisationsbeschleuniger) zu finden, durch die die zur Vulkanisation erforderliche Zeit bedeutend abgekürzt werden kann. Dahingegen ist es für den Fabrikanten von großer Wichtigkeit, eine Ware mit völlig gleichmäßiger Vulkanisationszeit zu erhalten, so daß er darauf rechnen kann, bei Einhaltung des erprobten Vulkanisationsverfahrens stets ein in der gewünschten Weise vulkanisiertes Produkt zu erhalten, und keine Unter- oder Übervulkanisation zu befürchten braucht.

Speziell für den Hevea-Plantagenkautschuk wurde nachgewiesen, daß die Vulkanisationszeit je nach der angewandten Präparationsart sehr verschieden sein kann. So wurde z. B. von de Vries (A. R. 1923, 339) nachgewiesen, daß die Vulkanisationszeit bei Kautschuk, der alle Serumbestandteile enthält, nur 80% von derjenigen des in der gewöhnlichen Weise hergestellten Kautschuks beträgt, bei gut ausgereiften (langsam getrockneten) sogar nur 60 oder 40%. Außerdem ist namentlich auch die Konzentration des verwandten Koagulationsmittels auf die Vulkanisationszeit von Einfluß. Bei dem bei der Koagulation mit Essigsäure gewonnenen Serum bildet sich nach de Vries beim Erwärmen oder beim Stehenlassen ein Niederschlag, der aus Eiweiß und Phosphorsäure besteht. Dieser Niederschlag bewirkt keine Beschleunigung der Vulkanisation, wohl aber das Filtrat.

Durch stärkere Bearbeitung des Kautschuks wird dagegen nach Spence und Ward (K. Z. 11, 275) die Vulkanisationszeit nicht beeinflußt. Ferner wurde von de Vries und Spoon (A. R.) beobachtet, daß bei gleichartigem Zapfen und Bereiten des Kautschuks der in den verschiedenen Jahreszeiten gewonnene Kautschuk die gleiche Vulkanisationszeit zeigt. Spoon (A. R. 1921, 53) fand ferner, daß bei dem Übergang von der täglichen Zapfung zu der Zapfung an einem um den anderen Tag die Vulkanisationszeit des erhaltenen Kautschuks um 5—10 Minuten vermindert wird, was für die Praxis von geringer Bedeutung sein würde.

4. Die Prüfung des vulkanisierten Kautschuks. Zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks werden zurzeit meist die eine sehr exakte Bestimmung der Dehnung ermöglichenden Schopperschen Apparate benutzt. An diesen befinden sich zwei rotierende Rollen, über die ein aus der zu prüfenden vulkanisierten Kautschukplatte herausgeschnittener Ring von genau bestimmten Dimensionen gezogen wird. Dadurch, daß die beiden Rollen ganz allmählich voneinander entfernt werden, wird die Dehnung bewirkt, und es kann mit Hilfe der Apparate sowohl die in jedem Momente stattfindende Längenzunahme der Kautschukstreifen als auch die angewandte Spannung mit großer Genauigkeit abgelesen werden.

Man bestimmt nun mit diesen Apparaten gewöhnlich zunächst das Gewicht, welches zum Zerreißen der zu prüfenden Ringe erforderlich ist, und die Größe der Dehnung, welche in diesem Moment vorhanden war. Die Belastung wird hierbei meist in Kilogrammen ausgedrückt und auf die Querschnittseinheit von 1 qcm umgerechnet, während die Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge angegeben wird. Die so gefundenen Zahlen sind jedoch naturgemäß bei der gleichen Kautschuksorte je nach dem Vulkanisationsgrade sehr verschieden groß, und es ist bei der Herstellung der zu prüfenden Platten dafür zu sorgen, daß diese in normaler Weise vulkanisiert sind.

Für die Praxis ist es ferner noch von Wichtigkeit, die Größe der elastischen Nachwirkung oder Hysterese zu bestimmen. Diese Prüfung kann man in der Weise ausführen, daß man die mit zunehmender Belastung des Kautschukstreifens eintretende Längenzunahme zur Herstellung einer Kurve benutzt und auf der Ordinatenachse die Belastungen (bezogen auf 1 qcm Querschnitt in Kilogrammen ausgedrückt) und auf der Abszissenachse die bei dieser Belastung beobachteten Längenänderungen (in Prozenten der ursprünglichen Länge ausgedrückt) abträgt. Diese Kurve zeigt zunächst, daß die Längenzunahmen bei geringer Spannung verhältnismäßig groß sind, bei stärkerer Dehnung für eine gleiche Zunahme der Belastung immer kleiner werden und schließlich kurz vor dem Zerreißen des Ringes am kleinsten sind. Treibt man nun aber die Belastung nicht bis zum Zerreißen des Versuchsringes, sondern entlastet wieder ganz allmählich und stufenweise und bestimmt wiederum bei den einzelnen Entlastungsstufen die Längenänderungen des Kautschukringes und trägt diese in der gleichen Weise wie zuvor auf der graphischen Darstellung ein, so wird man finden, daß die so gefundene Entlastungskurve sich nicht mit der zuerst gefundenen Belastungskurve deckt, vielmehr zunächst schneller und dann langsamer fällt, aber schließlich vor Erreichung des Nullpunktes die Abszissenachse erreicht.

Man kann ferner auch durch Wiederholung des Versuches mehrere derartige Kurvensysteme (Hysteresiskurven) festlegen. Über die Art der dabei einzuhaltenden Bedingungen und der Interpretation der Kurven scheint aber unter den Fachleuten bisher noch keine Einigkeit erzielt zu sein.

Schließlich sei an dieser Stelle noch die Bestimmung der dauernden Deformation erwähnt. Diese kann in der Weise ausgeführt werden, daß ein Kautschukring oder Kautschukstreifen eine bestimmte Zeit lang einer bestimmten Belastung oder einer bestimmten Dehnung ausgesetzt wird, und daß eine bestimmte Zeit nach dem Aufhören der Belastung oder der Dehnung die bleibende Deformation gemessen wird.

Bezüglich weiterer Einzelheiten und der verschiedenen anderen zur Prüfung des vulkanisierten Kautschuks dienenden Methoden muß auf die einschlägige Literatur, namentlich auf die Arbeit von Hinrichsen und Memmler (I) und auf Fol (R. R. I. 427) verwiesen werden, ferner auf die nach Abschluß dieser Arbeit erschienene Mitteilung von Memmler (Z. A. Ch. 38, 349) über die Richtlinien für einheitliche Durchführung von Kautschukanalysen.

X. Überblick über die Produktion der Handelsprodukte.

a) Kautschuk. Der in den Welthandel kommende Kautschuk stammte bis zum Ende des vorigen Jahr-

hunderts fast ausschließlich von den innerhalb des Tropengürtels wildwachsenden Kautschukbäumen und Kautschuklianen. Wie ferner die Tabelle zeigt, wurde in dieser Zeit etwa die Hälfte desselben in den ausgedehnten Urwaldbezirken des Amazonenstromes gewonnen, während die andere Hälfte namentlich von Zentralamerika, dem tropischen Afrika, dem südlichen Teile von Vorderindien, Hinterindien und den Sundainseln geliefert wurde.

	Kautschukproduktion in t				Preis pro Pfund engl.	
	Wildkautschuk		Plantagenkautschuk	Weltproduktion		
	Brasilien-sorten	Übrige Sorten			sh	d
1890	16 200	12 667		28 867	3	5½
1892	18 450	11 620		30 070	2	9½
1895	20 700	13 577		34 277	3	2
1897	22 650	17 240		39 890	3	6½
1898	21 900	23 359		45 260	4	½
1899	25 100	24 686	4	49 790	4	3
1900	26 750	27 136	4	53 890	4	3½
1901	30 300	24 545	5	54 850	3	8
1902	28 700	23 632	8	52 340	3	4½
1903	31 100	24 829	21	55 950	4	1½
1904	30 000	32 077	43	62 120	4	10
1905	35 000	27 000	145	62 145	5	6
1906	36 000	29 700	510	66 210	5	3½
1907	38 000	30 000	1 000	69 000	4	4
1908	39 000	24 600	1 800	65 400	4	½
1909	42 000	24 000	3 600	69 600	7	1½
1910	40 800	21 500	8 200	70 500	9	6½
1911	37 730	23 000	14 419	75 149	5	5½
1912	42 410	28 000	28 518	98 928	4	9
1913	39 370	21 452	47 618	108 440	3	¼
1914	37 000	12 000	71 380	120 380	2	3½
1915	37 220	13 615	107 867	158 702	2	6
1916	36 500	12 448	152 650	201 598	2	10½
1917	39 370	13 258	213 070	265 698	2	9¾
1918	30 700	9 929	255 950	296 579	2	3½
1919	34 285	7 350	285 225	326 860	2	1½
1920	30 790	8 125	304 816	343 731	1	9
1921	19 837	2 890	271 233	293 960	—	10
1922	21 735	3 205	354 980	379 920	—	9½
1923	22 580	5 420	384 771	412 771	1	3

Die Menge des produzierten Kautschuks hat in den einzelnen Ländern, wie im besonderen Teile noch ausführlicher besprochen werden soll, sehr geschwankt. In vielen trat infolge der mit der Zapfung verbundenen Vernichtung der Bäume bald eine gänzliche Erschöpfung der angezapften Bestände ein, so daß eine weitere Produktion nur durch Entdeckung neuer Kautschukbezirke bewirkt werden konnte. Nur in Brasilien hat es die rationelle Anzapfung der *Hevea*-Bäume ermöglicht, daß sich die Produktion so lange Zeit hindurch auf der gleichen Höhe halten, bzw. durch Ausdehnung des zugänglichen Areals noch zunehmen konnte. Daß dort die Menge des gewonnenen Kautschuks namentlich in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist, wurde auch nicht durch eine Erschöpfung der dortigen Bestände bewirkt, sondern durch den ungeheuren Preissturz, der durch die großen Mengen von an den Markt kommendem Plantagenkautschuk hervorgerufen wurde. Durch diesen wird veranlaßt, daß in denjenigen Bezirken, die sich unter weniger günstigen Bedingungen befinden, die Kautschukgewinnung als nicht mehr rentabel aufgegeben werden mußte.

Versuche mit dem Anbau von Kautschukbäumen wurden nun zwar bereits bedeutend früher gemacht. So wurde auf Java schon im Jahre 1864 eine größere Pflanzung von *Ficus elastica* angelegt, die von 1894 an jährlich einige Tonnen Kautschuk produzierte. Dieser Kautschuk wurde aber damals wenig beachtet und wurde auch in der Statistik nicht besonders aufgeführt, so daß er auch in der Tabelle nicht mit berücksichtigt ist.

Als aber am Anfang dieses Jahrhunderts allmählich immer größere Mengen von Plantagenkautschuk an den Markt kamen, wurde zwar verschiedentlich prophezeit, daß die Herstellungskosten desselben stets größer sein würden als die des Wildkautschuks, und daß er niemals in so großen Mengen produziert werden könnte, um diesem eine erhebliche Konkurrenz zu machen. Daß nun aber der Plantagenkautschuk dennoch sehr bald dem Wildkautschuk eine sehr gefährliche Konkurrenz gemacht hat und jetzt den Weltmarkt ganz beherrscht, ist in erster Linie dem Umstande zuzuschreiben, daß in *Hevea brasiliensis* eine Pflanze gefunden wurde, die bei rationeller Kultur und bei Anwendung der namentlich in Ostasien ausgebildeten Zapfmethoden einerseits sehr bedeutende Mengen von Kautschuk zu liefern vermag und andererseits auch die Kautschukgewinnung zu verhältnismäßig geringen Kosten auszuführen gestattet. So hat denn auch *Hevea brasiliensis* überall da, wo sie sich in normaler Weise zu entwickeln vermag, wo besonders die für ihr Gedeihen er-

forderliche Wärme und Feuchtigkeit vorhanden ist, die anderen früher gleichfalls in ziemlich großem Umfange angebauten Kautschukarten, wie *Manihot Glaziovii, Ficus elastica, Castilloa*-Arten und *Kickxia elastica* fast vollständig verdrängt, und es dürften zurzeit wohl mindestens 95 % von allem auf dem Weltmarkt erscheinenden Kautschuk von *Hevea*-Arten stammen.

Daß nun aber die Kautschukpflanzungen in diesem Jahrhundert so schnell an Ausdehnung zugenommen haben, wurde namentlich dadurch bewirkt, daß infolge der starken Entwicklung der Automobilindustrie so enorme Mengen von Kautschuk verbraucht wurden, daß die Kautschukpreise, wie aus der letzten Spalte der obigen Tabelle ersichtlich ist, namentlich in den Jahren 1909 und 1910 zu einer vorher nicht annähernd erreichten Höhe emporschnellten. Ich bemerke zu dieser Tabelle noch, daß die dort angegebenen Preise die Durchschnittspreise des betreffenden Jahres darstellen, und daß es von 1890—1910 die Preise von Hardcure fine Para und von 1911 bis 1923 die von First Latex Crêpe sind. Den höchsten Stand erreichten übrigens die Kautschukpreise im September 1910, in dem notiert wurden:

First Latex Crêpe: 12 s 9 d pro lb. und
Upriver Fine Para: 11 s 4 d pro lb.

Infolge dieser hohen Preise erzielten nun die bereits produktionsfähigen Plantagen so erstaunliche Dividenden (zum Teil über 100 %), daß namentlich in Hinterindien, Niederländisch-Indien und Ceylon eine sehr große Anzahl zum Teil sehr ausgedehnter neuer Plantagen angelegt wurde. Die Menge des auf diesen produzierten Kautschuks hat jetzt auch derartig zugenommen, daß in den letzten Jahren, obwohl der Kautschukbedarf in 25 Jahren etwa auf die achtfache Höhe gestiegen ist, eine Überproduktion eingetreten ist, und daß die Kautschukpreise weit unter den früheren Durchschnittspreis herabsanken. Der niedrigste Stand der Kautschukpreise wurde im Juni 1922 erreicht für

Hardcure Fine Para mit 9¾ bis 10½ d pro lb.

und im August 1922 für

First Latex Crêpe mit 6¾ bis 7⅝ d pro lb.

Daß die Preise dann wieder etwas in die Höhe gegangen sind, ist anscheinend in erster Linie dem Umstande zuzuschreiben, daß in den englischen Kolonien Maßnahmen ergriffen wurden, durch die eine Produktionsverminderung auf den Pflanzungen herbeigeführt wurde.

Vermutungen darüber auszusprechen, wie sich in Zukunft die Kautschukproduktion gestalten wird, ist, wie jede derartige Prophezeiung, eine unsichere Sache. Auf alle Fälle ist aber anzunehmen, daß der Wildkautschuk nur dann auf die Dauer mit dem Plantagenkautschuk wird konkurrieren können, wenn er entweder zu gleich niedrigen Preisen gewonnen werden kann wie der Plantagenkautschuk oder, wenn er irgendwelche besonders vorteilhaften Eigenschaften besitzt, so daß er wenigstens in einzelnen Betrieben nicht durch den Plantagenkautschuk ersetzt werden kann. Letzteres wurde namentlich für den brasilianischen *Hevea*-Kautschuk vielfach behauptet, während von anderer Seite wieder dem *Hevea*-Plantagenkautschuk

	First Latex Crêpe		Upriver Fine Para	
	sh	d	sh	d
1909	9	3	9	$1^1/_2$
1910	12	9	12	$6^1/_2$
1911	7	3	7	2
1912	5	9	5	$2^1/_2$
1913	4	$6^1/_2$	4	7
1914	3	—	3	$2^3/_4$
1915	4	$1^1/_2$	3	$8^3/_4$
1916	4	$3^1/_2$	4	1
1917	3	$3^3/_4$	3	5
1918	2	$6^3/_4$	3	8
1919	2	$10^1/_2$	2	$7^1/_2$
1920	2	10	2	$7^3/_4$
1921	1	$3^1/_2$	1	2
1922	1	$2^1/_2$	1	$1^3/_4$
1923	1	$6^5/_8$	1	$5^1/_4$
1924	1	8	1	$7^1/_2$

der Vorzug gegeben wurde. So hat denn auch, wie aus der obigen Tabelle, in der die Höchstpreise (pro lb.) des betreffenden Jahres für die beiden Kautschuksorten angegeben sind, bis zu einem gewissen Grade ersichtlich ist, das Preisverhältnis zwischen diesen beiden Sorten fortwährend geschwankt. Noch deutlicher fallen aber diese Unterschiede in die Augen, wenn man die gleichzeitigen Preise der betreffenden Kautschuksorten mitein-

ander vergleicht. Ich erwähne z. B., daß im Oktober 1917 folgende Preise notiert wurden:

First Latex Crêpe: 2 sh 7¾ d — 2 sh 9 d
Hardcure Fine Para: 3 sh 3½ d — 3 sh 5 d

ferner im September 1918:

First Latex Crêpe: 2 sh 1¼ d — 2 sh 2¾ d
Hardcure Fine Para: 3 sh 2 d — 3 sh 8 d

und im August 1922:

First Latex Crêpe: 6¾ — 7⅝ d
Hardcure Fine Para: 10¼ — 10½ d

Es waren dies offenbar Zeiten, in denen auf dem Markt ein besonderer Mangel an Parakautschuk herrschte; vielleicht haben auch eingegangene Lieferungsverträge dabei eine Rolle gespielt, und es wurde häufig auch für den Plantagenkautschuk ein höherer Preis bezahlt. Es scheint auch, daß der Preisunterschied zwischen dem *Hevea*-Plantagenkautschuk und dem Parakautschuk sich in den letzten Jahren mehr ausgeglichen hat, und daß der Plantagenkautschuk, nachdem auf seine Präparation, namentlich auf die Herstellung einer vollständig gleichmäßigen Qualität, mehr Sorgfalt verwandt wurde, auch von den Kautschukfabrikanten immer mehr als vollwertiger Ersatz des Parakautschuks anerkannt wird.

Zu berücksichtigen ist übrigens noch bei der Preisfestsetzung, daß der Parakautschuk stets eine bedeutend größere Menge von Wasser und Fremdkörpern enthält als der *Hevea*-Plantagenkautschuk, und daß somit für diesen ein entsprechend höherer Preis bezahlt werden müßte, wenn man nur die in den beiden Sorten enthaltene Kautschukmenge berücksichtigt.

Ferner ist aber natürlich auch nicht ausgeschlossen, daß sich vielleicht später einmal auch andere Kautschukarten als für bestimmte Zwecke besonders geeignet erweisen werden. Ich möchte in dieser Hinsicht nur auf die harzreiche Balata hinweisen, für die jetzt ganz erheblich höhere Preise bezahlt werden als für die besten Kautschuksorten. Mit Rücksicht hierauf erscheint es denn auch nicht ganz ausgeschlossen, daß eine genauere Kenntnis der verschiedenen Kautschuk liefernden Pflanzen, die im besonderen Teile (B) möglichst vollständig zusammengestellt sind, für die Kautschukindustrie noch einmal von Bedeutung werden könnte.

Was nun ferner die Gewinnungskosten des Kautschuks anlangt, so sind diese naturgemäß von einer Anzahl verschiedener Faktoren abhängig. Bei dem *Hevea*-Plantagenkautschuk spielen, abgesehen von den die Ertragsfähigkeit beeinflussenden klimatischen Bedingungen und Bodenverhältnissen, die Höhe der Löhne und die Leistungsfähigkeit der Arbeiter die Hauptrolle. Wie lange diese aber noch so günstig bleiben werden wie bisher, läßt sich naturgemäß nicht mit Sicherheit angeben. Auf alle Fälle ist es aber wohl nicht ganz ausgeschlossen, daß auch in diesen Gegenden einmal durch wirtschaftliche oder politische Umwälzungen ganz andere Verhältnisse geschaffen werden.

Ferner ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß durch das epidemische Auftreten irgendwelcher Krankheiten oder Schädlinge einzelne Pflanzungen oder ganze Plantagenbezirke vernichtet werden könnten, wenn auch dieser Gefahr auf den ostasiatischen Plantagen durch den von wissenschaftlich geschultem Personal durchgeführten Überwachungsdienst möglichst vorgebeugt wird. Immerhin ist in dieser Hinsicht doch zu berücksichtigen, daß das Auftreten einer durch *Melanopsamopsis Ulei* Stahel hervorgerufenen Blattkrankheit nach Stahel (B. S. 34, 1) in Holländisch-Guayana die Aufgabe der *Hevea*-Kultur veranlaßt hat.

Sollte nun aber der für die nächste Zukunft wohl nicht mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erwartende Fall eintreten, daß die Produktionsfähigkeit der *Hevea*-Pflanzungen durch irgendeine Ursache in erheblichem Maße herabgemindert würde, so dürfte wohl zunächst der jetzt immer mehr an Bedeutung verlierende Wildkautschuk wieder mehr ausgebeutet werden. Es ist aber anzunehmen, daß dieser niemals in so großen Mengen würde an den Markt gebracht werden können, wie zurzeit der Plantagenkautschuk. Denn im Jahre 1912 erreichte die Produktion des Wildkautschuks unter den damaligen günstigen Verhältnissen mit 70 000 t ihren Höhepunkt, während die Menge des produzierten Plantagenkautschuks jetzt mehr

als das Fünffache davon ausmacht. In vielen Gegenden würde man allerdings wohl mit Rücksicht darauf, daß die damals durch unrationelles Anzapfen erschöpften Bestände wieder Zeit gehabt haben, sich bis zu einem gewissen Grade zu erholen, namentlich in der ersten Zeit mit etwas höheren Erträgen rechnen können. Auf alle Fälle würde es aber doch sicher für die gesamte Kautschukindustrie katastrophale Folgen haben, wenn diese plötzlich wieder allein auf den Wildkautschuk angewiesen wäre.

In den Ländern der gemäßigten Zone, die genötigt sind, ihren Kautschukbedarf aus den tropischen Gebieten zu beziehen, besteht ferner die Gefahr, daß ihnen im Kriegsfalle die Zufuhr von Kautschuk gänzlich abgeschnitten wird. Um dieser Gefahr vorzubeugen, wurden denn auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ausgedehnte Untersuchungen darüber angestellt, ob es nicht möglich wäre, auch aus den dort vorkommenden Pflanzen Kautschuk zu gewinnen oder sie zur Kautschukgewinnung anzupflanzen.

Hall und Long (I) untersuchten zu diesem Zwecke 225 Arten und Varietäten von westamerikanischen milchsaftführenden Pflanzen auf ihren Kautschukgehalt und konnten in 64 Arten Kautschuk nachweisen, in den meisten aber nur in so geringen Mengen, daß ihre Verwendung zur Kautschukgewinnung ausgeschlossen erscheint. Zum Teil scheint das gewonnene Produkt auch recht minderwertig zu sein. Namentlich in einigen Kompositen und Aslepiadaceen (vgl. B, I, n, p) wurden aber ziemlich beträchtliche Kautschukmengen nachgewiesen. Ob der Anbau derselben aber mit dem der schnell wachsenden tropischen Kautschukbäume unter den jetzigen Verhältnissen wird konkurrieren können, ist wohl einigermaßen zweifelhaft, und es ist in dieser Beziehung beachtenswert, daß auch die Ausnutzung der Guayule-Pflanze (s. B. I, Nr. 488) jetzt gänzlich aufgegeben wurde. Auf alle Fälle bleibt aber die Möglichkeit bestehen, daß die ausgedehnten Bestände von wildwachsenden Pflanzen im Kriegsfalle, wenn die Rentabilität keine so große Bedeutung besitzt, zur Ausbeutung auf Kautschuk herangezogen werden könnten.

Ferner sei darauf hingewiesen, daß bei diesen Pflanzen die Gewinnung des Kautschuks in der gleichen Weise wie bei der Guayule-Pflanze (vgl. B. I, Nr. 488) durch einfaches Abernten und maschinelle Verarbeitung stattfinden könnte, und daß dieselbe bei hohen Arbeiterlöhnen vielleicht verhältnismäßig billig gestaltet werden könnte.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß viele dieser Pflanzen auch auf äußerst unfruchtbaren und armen Böden gut gedeihen, und daß somit die Möglichkeit bestände, große, für den Anbau anderer Kultur nicht geeignete Flächen, die jetzt vollständig brach liegen, nutzbringend zu verwenden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man auch bereits versucht hat, durch moderne Züchtungsmethoden die Erträge der Pflanzen zu steigern. Derartige Züchtungen haben bei der Guayule-Pflanze bereits zu günstigen Resultaten geführt, und daß sie auch bei den anderen Kompositen gleich günstige Ergebnisse liefern werden, wird dadurch sehr wahrscheinlich, daß diese, auch wenn sie unter den gleichen äußeren Bedingungen gewachsen sind, sehr verschiedene Kautschukmengen liefern können. Das gleiche gilt übrigens auch für *Hevea brasiliensis* und *Manihot Glaziovii*, und man hat denn auch auf den ostasiatischen Versuchsstationen und Pflanzungen bereits ausgedehnte Züchtungsversuche mit *Hevea* angestellt. Exakte Saatzucht wird bei dieser Art aber dadurch erschwert, daß die Pflanzen erst mehrere Jahre alt werden müssen, ehe sie auf ihre Ergiebigkeit an Kautschuk geprüft werden können. Man hat sich deshalb auch vorläufig vorwiegend darauf beschränkt, zur Saatgewinnung solche Bestände zu benutzen, aus denen alle Bäume mit weniger günstigen Eigenschaften herausgeschlagen sind und ferner auch Bäume, die durch besonders kräftigen Wuchs und reiche Erträge ausgezeichnet sind, auf vegetativem Wege durch Stecklinge und namentlich auch durch Okulieren zu vermehren. Das Wachstum der durch Okulation gewonnenen Pflanzen ist nach Vischer (A. R. 1922, 416) ein sehr gutes, und wenn das zur Okulation dienende Auge

von ertragreichen Bäumen genommen war, lieferten diese ebenfalls hohe Erträge.

Über den Kautschukverbrauch in den verschiedenen Teilen der Erde kann schließlich noch die nachfolgende Tabelle Aufschluß erteilen, in der für die wichtigsten Kautschuk verarbeitenden Länder der Verbrauch der letzten Jahre zusammengestellt ist:

Kautschukverbrauch in 1000 t

	Verein. St. v. Nordamerika	Großbritannien	Deutschland	Frankreich	Rußland	Italien	Japan	Kanada
1913	52	26	16	7	9	2	1.3	
1914	61	19	11	5	12	4	2.4	
1915	97	15	6	11	10	7	2.5	
1916	116	27	3	15	7.5	9	4.5	
1917	177	26	2	17	7.5	7	4.5	
1918	187	24	1	14	2	5	5	
1919	237	43	4	22		10	12	9.5
1920	249	57	13	17		6	5.5	11
1921	180	42	22	14		5	22	8.5
1922	296	11	28	27		7	17	9

Die Tabelle zeigt, daß der bei weitem größte Teil des in den Welthandel gelangenden Kautschuks nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika gelangt. Daß aber in Deutschland in den letzten Jahren verhältnismäßig große Mengen von Kautschuk eingeführt wurden, ist wohl zum Teil darauf zurückzuführen, daß hier in den Kriegsjahren alle verfügbaren Vorräte restlos verarbeitet wurden. Bemerkenswert ist noch, daß sich jetzt auch in Japan und Kanada eine ausgedehnte Kautschukindustrie entwickelt hat.

b) Guttapercha. Die in den Welthandel kommende Guttapercha stammt fast ausschließlich von verschiedenen Sapotaceen, namentlich Palaquium-Arten (s. B, I, Nr. 188). Das Verbreitungsgebiet derselben ist fast ganz auf Hinterindien, die Sundainseln und Neuguinea beschränkt. Die Guttapercha wurde hier bis vor kurzem ausschließlich von den in den Urwäldern befindlichen Bäumen gewonnen. Erst in den letzten Jahren hat namentlich auch die auf Java von der Holländischen Regierung in Tjipetir angelegte Plantage von Guttaperchabäumen nennenswerte Erträge geliefert. In nicht allzu ferner Zeit dürfte aber die Produktion der Wildguttapercha infolge der mit der Ausbeutung der Bäume verbundenen Vernichtung derselben soweit zurückgegangen sein, daß die Guttaperchaindustrie, wie schon jetzt die Kautschukindustrie, in erster Linie auf die Plantagenerzeugnisse angewiesen sein wird.

Außerdem hat man nun allerdings auch vielfach versucht, aus den Vertretern anderer Familien Guttapercha zu gewinnen. Es wurde auch mehrfach angegeben, daß namentlich verschiedene *Tabernaemontana* spec. (s. B, I, Nr. 402, 403 und 405) und *Euphorbia* spec. (s. B, I, Nr. 97—100) Guttapercha oder wenigstens guttaperchaähnliche Substanzen zu liefern imstande wären. Auf dem Weltmarkt scheinen aber diese Produkte niemals eine nennenswerte Rolle gespielt zu haben.

In den Welthandel gelangte die Guttapercha bis vor kurzem fast ausschließlich von Singapore aus. Die von dort ausgeführten Mengen von Guttapercha sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Für die meisten Jahre sind auch die Durchschnittspreise angegeben.

Guttaperchaausfuhr aus Singapore

	in t	Preis pro lb. in d
1844	0,1	
1845	10	
1846	324	
1847	562	
1848	745	
1849	588	
1850	137	
1851	347	
1852	416	
1853	704	
1854	638	
1855	305	6,9
1856	628	8,6
1857	748	11,8
1858	856	14,0
1859	1092	18,0
1860	1264	16,2
1861	620	14,1
1862	856	22,9
1863	1072	22,2
1864	1848	16,5
1865	1139	11,8
1866	782	11,0
1867	720	13,0
1868	545	12,1
1869	851	13,3
1870	1920	30,8
1871	1574	15,7
1872	2080	15,4
1873	2228	19.5
1874	1313	15,6

	in t	Preis pro lb. in d
1875	887	11,7
1876	1033	10,9
1877	1532	12,6
1878	1667	12,0
1879	3381	13,9
1880	3068	22,2
1881	3750	17,0
1882	3915	19,8
1883	3612	18,3
1884	3026	15,8
1885	2735	15,7
1886	2053	14,0
1887	1544	15,0
1888	1436	16,0
1889	3090	19,4
1890	4524	22,1
1891	3217	19,1
1892	2525	15,2
1893	2284	21,0
1894	2587	19,0
1895	2631	17,2
1896	2623	19,1
1897	2938	
1898	4583	
1899	7340	
1900	6208	
1901	5591	
1902	4236	
1903	3286	
1904	2885	

Einige Angaben über die Guttaperchapreise der letzten Jahre sind in den nachfolgenden beiden Tabellen nach den im T. publizierten Marktberichten zusammengestellt.

Preise der Ia-Guttapercha in M. pro kg
(N = Niedrigstpreise. H = Höchstpreise)

	N.	H.
1898	8	15
1899	8	15
1900	8	16
1901	11	16
1902	11	16
1903	8	15
1904	8	15
1905	8	15
1906	8	15
1907	8	15
1908	5	16
1909	5	16
1910	5	17
1911	5,30	10
1912	5,30	8,20
1913	6,90	8,60
1914	5,50	9,50

Preise für Siak reboiled in d pro lb.

	N.	H.
1921		9
1922	7,75	9,75
1923	8,50	10,50

c) Balata. Die echte Balata stammt von verschiedenen *Mimusops*-Arten, namentlich *Mimusops-Balata* (B, I, Nr. 179). Diese sind im Norden von Südamerika einheimisch. Die erste Ausfuhr fand von Britisch-Guayana aus statt. Etwas später begann die Balatagewinnung in Holländisch-Guayana und in Venezuela, während von Französisch-Guayana aus bisher nur sehr geringe Mengen von Balata ausgeführt wurden. In den letzten Jahren wurden aber auch von Peru erhebliche Mengen von Balata an den Markt gebracht. Nähere Angaben über die Ausfuhrmengen der verschiedenen Länder sind im besonderen Teile (B, II, a, 3, 6—9) zusammengestellt.

Die Preise, welche für Balata bezahlt wurden, sind aus den nachfolgenden beiden Tabellen ersichtlich:

Balatapreise pro lb. in d.

	Brit. Guyana	Holl. Guyana
1885	9,13	
1886	10,54	
1887	10,37	
1888	14,17	
1889	10,34	9,07
1890	10,66	11,34
1891/1892	14,05	13,61
1892/1893	11,42	13,61
1893/1894	9,69	18,14
1894/1895	13,18	18,14
1895/1896	13,43	18,14

Balatapreise pro lb.

	Westind. Sheet Balata				Venezuela Block Balata			
	Höchstpreise		Niedrigstpreise		Höchstpreise		Niedrigstpreise	
	sh	d	sh	d	sh	d	sh	d
1913	3	3	2	2	2	3	2	1
1914	2	11	2		2	1	1	7
1915	2	6	2	3	2		1	9
1916	3	6	2	6	2	9	2	
1917	3	10	3	6	3	4	2	10
1918	4		3	9	3	6	3	4
1919	4	1	3	10	3	5	3	1
1920	4	4	4		3	10	3	2
1921	4		3	3	3	7	2	10
1922	3	$6^1/_2$	2	10	3	$3^1/_2$	1	$10^1/_2$
1923	3	8			3	5		

Ein Vergleich zwischen den in den obigen Tabellen enthaltenen Zahlen und den oben mitgeteilten Kautschukpreisen läßt erkennen, daß die Balata lange Zeit hindurch bedeutend niedriger bewertet wurde als der Kautschuk, daß aber in den letzten Jahren die Balatapreise weit über die der besten Kautschuksorten gestiegen sind.

B. Besonderer Teil.

I. Die Kautschuk, Guttapercha und Balata liefernden Pflanzen, die Gewinnung und Eigenschaften ihrer Produkte.

Im folgenden soll eine möglichst vollständige Zusammenstellung der in der Literatur vorliegenden Angaben über die verschiedenen Kautschuk, Guttapercha oder Balata liefernden Pflanzen gegeben werden. In derselben sind aber nicht nur diejenigen Arten angeführt, von denen bereits mehr oder weniger große Mengen von Kautschuk gewonnen wurden, sondern auch alle diejenigen, deren Milchsaft überhaupt auf seinen Gehalt an kautschukartigen Stoffen genau untersucht wurde, mag nun das Ergebnis dieser Untersuchung ein günstiges oder ungünstiges gewesen sein. Bei den wichtigeren Arten sind auch die Gewinnung und Bereitung der von ihnen stammenden Handelsprodukte, sowie deren Eigenschaften ausführlich beschrieben.

a) Musaceae.

1. *Musa* sp. Nach G. Z. (21, 610) wurde bereits im Jahre 1896 auf Herstellung von Kautschuk aus Bananen ein Patent genommen. Die Früchte wurden am Ende angeschnitten und der Saft durch freiwilliges Ausfließen oder Zentrifugieren gewonnen. Aus dem Safte soll der Kautschuk sich als weißer Rahm abscheiden. Im Jahre 1906 soll in Westindien in den Bananen ebenfalls Kautschuk nachgewiesen worden sein, aber in so geringer Menge, daß die Gewinnung jedenfalls sich nicht lohnen würde.

b) Moraceae.

2. *Artocarpus chaplasha* Roxb., Ostindien. Liefert nach Watt (IV, 342) zähen, milchigen Kautschuk, der aber noch nicht auf seinen Handelswert untersucht zu sein scheint.

3. *A. incisa* Forst, Malaya, pazifische Inseln, (Brotfrucht). Der Milchsaft wird nach Jumelle (I, 62) nur zum Vogelfang benutzt. Nach den Untersuchungen von Fendler (N. B. 4, 284) enthält er keine Bestandteile, die als Ersatz für Kautschuk, Balata oder Guttapercha dienen könnten.

4. *A. integrifolia* L. fil., Ostindien, Malaya (Jakfrucht). Der Milchsaft wurde nach Roxburgh (III, 543) und Watt (IV, 343) zur Kautschukgewinnung verwandt; nach Willis (A. P. 1, 258) enthält er aber keinen Kautschuk oder verwandte Stoffe.

5. *Bleekrodia tonkinensis* Dub. et Eberh., Indochina. Baum von 1—15 m Höhe, der nach Dubard und Eberhardt (T. 1907, 869) dichte Bestände bildet. Er soll sehr viel Kautschuk liefern, der nach Eberhardt (T. 1908, 149) von vorzüglicher Qualität ist.

6. *Brosimum Galactodendron* D. Don. (Kuhbaum), Venezuela, Guayana. Nach Mannich (T. 1901, 89) ist es sehr unwahrscheinlich, daß das aus dem Milchsafte gewonnene Produkt als Ersatz für Guttapercha dienen könnte.

7. *Castilloa.* Während man früher alle kautschukliefernden Arten der Gattung *Castilloa,* die übrigens nach Cook (I, 19) korrekter als *Castilla* zu bezeichnen ist, meist zu einer einzigen Art, *Castilloa elastica* Cerv. rechnete, wurden in neuerer Zeit verschiedene Arten unterschieden, die sich auch namentlich durch die Qualität und Quantität des von ihnen gelieferten Kautschuks voneinander unterscheiden. So wurden von Koschny (T. B. 1901, 124) drei verschiedene Arten, die als *C. alba, C. nigra* und *C. rubra* bezeichnet wurden, beschrieben; von diesen soll aber nur die erste zum Anbau geeignet sein. Die fast nur auf die Farbe und Textur der Rinde bezugnehmende Beschreibung dieser Arten macht aber eine sichere Unterscheidung nicht möglich. Exakte wissenschaftliche Beschreibungen verschiedener Arten wurden aber von Warburg (B. Jr. 35, 654), Cook (I) und Pittier (I) gegeben. Da sich nun aber namentlich bei den in der älteren Literatur vorliegenden Angaben nicht mit Sicherheit entscheiden läßt, auf welche Arten sich die Angaben beziehen, sollen diese zunächst gemeinsam besprochen werden.

Erwähnt sei zunächst, daß alle *Castilloa*-Arten große Bäume bilden, die durch einen eigenartigen Dimorphismus der

Zweige ausgezeichnet sind. An den jungen Pflanzen werden nämlich nur Zweige gebildet, die sich aus der ursprünglich unter einem Winkel von etwa 45 Grad nach oben gerichteten Stellung allmählich bis zur Horizontalen oder auch etwas darüber hinaus herabsenken. Diese Zweige besitzen eine nur beschränkte Lebensdauer und werden nach einiger Zeit abgeworfen. Erst an den einige Jahre alten Bäumchen bildet sich dann auch die andere Art von Zweigen, die dauernd nach aufwärts gerichtet bleiben und auch nicht abfallen. Wie von Went (A. B. 15, 1) nachgewiesen wurde, unterscheiden sich die »bleibenden« und »abfallenden« Zweige auch durch die Stellung, Gestalt und anatomische Struktur der an ihnen befindlichen Blätter. Diese sind ziemlich groß und werden in der Trockenzeit abgeworfen. Die unscheinbaren Blüten sind zu feigenartigen Blütenständen vereinigt, und zwar befinden sich in dem gleichen Blütenstande nur weibliche oder männliche Blüten. An dem gleichen Baume sind entweder nur männliche oder weibliche und daneben kleine männliche Blütenstände anzutreffen.

Über den Kautschukgehalt des Milchsaftes liegen in der Literatur sehr voneinander abweichende Angaben vor. Dieser ist auch jedenfalls, je nach dem Klima des Standortes und der Jahreszeit sehr verschieden groß. Außerdem ist er auch von dem Alter der Bäume abhängig. So fand Weber (I) in Kolumbien in dem Milchsaft von

6jährigen	Bäumen	26%	Kautschuk,
7	„	„	26%	„
8	„	„	29%	„
11	„	„	31%	„

Ebenso lauten auch die Angaben über die chemische Zusammensetzung des von *Castilloa* zu erhaltenden Kautschuks sehr verschieden, was wohl in erster Linie darauf zurückzuführen ist, daß die untersuchten Proben von ganz verschiedenen Arten stammten. Außerdem ist aber der Harzgehalt des Kautschuks in den verschiedenen Teilen des gleichen Baumes sehr verschieden groß und schwankt erheblich je nach dem Alter der Bäume. So fand Weber (I, 72) in den von dem gleichen Baume entnommenen Proben

vom Stamm	2,61% Harze,
von kräftigen Ästen	3,77% „
von mittelstarken Ästen	4,88% Harze,
„ jungen Zweigen	5,86% „
„ Blättern	7,50% „

Ferner fand Weber (I, 32) im Stamm von

2jährigen	Bäumen	42,33%	Harze,
3	„ „	35,02%	„
4	„ „	26,47%	„
5	„ „	18,18%	„
7	„ „	11,59%	„
8	„ „	7,21%	„

Vom Imperial Institute (B. I. I. 1903, 160) untersuchte, aus Trinidad stammende Proben ergaben auf schmutzfreien und trockenen Kautschuk umgerechnet von

4jährigen Bäumen 65,6% Harze,
4½ „ „ „ 52,6—56,6% Harze,
von mindestens 12jährigen Bäumen 8.3 bis 14,3% Harze.

Die Kautschukgewinnung geschieht nach Ule (I, 35) im Amazonasgebiet meist durch Peruaner, die als »Caucheiros« bezeichnet werden. Der Baum wird dabei dicht über dem Boden umgeschlagen, und es werden dann zunächst an den Ästen der Krone, später auch am Stamm Einschnitte gemacht. Die aus diesen austretende Milch wird in Kalebassen oder Blechbechern aufgefangen und meist in flache, mit Blättern ausgelegte Erdlöcher zusammengegossen. In diesen wird sie dann durch Zusatz des Saftes einer *Ipomoea* sp., »*Batata rana*« genannt, und häufig auch etwas Seife zum Gerinnen gebracht. Nach dem Trocknen stellt dieser Kautschuk flache Platten von schwarzer schmutziger Farbe dar, die als »*Planhas de caucho*« in den Handel kommen. In neuerer Zeit läßt man auch vielfach die Kautschukmilch an der Luft gerinnen und erhält so Streifen von Kautschuk, die zusammengewickelt werden.

Nach Esch (G. Z. 1905, 1129) scheint die letztere Art der Aufbereitung in Peru jetzt die Regel zu sein, da die in den Handel kommenden »*Peruvian Balls*« und »*Peruvian Slabs*« an der Oberfläche und auf dem Durchschnitt deutlich erkennen lassen, daß sie aus aufgewickelten Streifen bestehen. Nur einmal erhielt Esch unter den »*Peruvian Balls*« auffallend große Brote, die vielleicht nach der zuerst beschriebenen Methode bereitet und von sehr guter Qualität waren.

Erwähnt sei noch, daß nach Preuß (I, 379) die gefällten Bäume zuweilen zweimal angezapft werden, indem 2 bis 4 Wochen nach der ersten Zapfung in der Mitte zwischen den zuerst geschlagenen Rinnen neue Ringelungen angebracht werden. Man soll dabei noch einmal etwa halb soviel Kautschuk wie bei der ersten Ringelung erhalten.

In Kolumbien werden die Bäume nach Weber (I, 23) vielfach durch spiralig verlaufende Wunden angezapft. Diese werden mit einem schweren, etwa 50 cm langen Messer erzeugt, und zwar werden mit diesem durch abwechselnd von oben und unten her geführte Schläge keilförmige Rinnen ausgeschlagen. Häufig werden auch zwei schräge Schnitte derartig miteinander paarweise vereinigt, daß sie zusammen die Gestalt eines V besitzen.

Auch in Zentralamerika werden die Bäume häufig vor dem Anzapfen gefällt, und es wird dann in ähnlicher Weise wie in Südamerika der Milchsaft daraus gewonnen. Häufig werden aber auch die Bäume regelrecht angezapft, und zwar geschieht dies dann meist durch eine größere Anzahl von horizontal oder schräg verlaufenden Wunden. So sah Cook (I, 63) die Kautschuksammler an aus Lianen gefertigten Leitern am Stamm emporklettern und V-förmige Einschnitte anbringen, die fast um den ganzen Stamm herumliefen und etwa 0,9 m voneinander entfernt waren. Neuerdings wird auch vielfach der Grätenschnitt angewandt. Zum Auffangen des Milchsaftes werden meist kleine aus Blech gefertigte Becherchen benutzt, die mit dem an der einen Seite etwas abgeplatteten Rande in die Rinde des Baumes eingeschoben werden.

In Nicaragua zapfen die Eingeborenen die *Castilloa*-Bäume nach Marzahn (I, 354) zunächst ganz unten am Stamme an und lassen den Milchsaft auf den Boden fließen und dort gerinnen, während der aus den später höher am Stamme angebrachten Wunden ausfließende Milchsaft größtenteils auf der Rinde des Stammes zur Koagulation gelangt. Der so gewonnene Kautschuk ist meist weniger verunreinigt. Gewöhnlich kommen aber beide Sorten so gemischt in den Handel, daß der reine Kautschuk den weniger reinen umhüllt und verdeckt.

Über die Wirkung, welche verschiedene Reagentien, wie Säuren, Alkalien und Alkohol auf den Milchsaft von *Castilloa*-Arten ausüben, liegen in der Literatur einander widersprechende Angaben vor (vgl. Zimmermann in P. 1906, 106). Durch Kochen kann der Saft nicht zur Koagulation gebracht werden. Von Weber (I, 29) wurde sogar beobachtet, daß der Milchsaft von *Castilloa*, der beim Verdünnen mit Wasser und starkem Schütteln niemals ganz homogen wird, durch Erwärmen in eine völlig homogene und knötchenfreie Flüssigkeit verwandelt wird, aus der sich der Kautschukrahm beim Stehenlassen nur sehr langsam und unvollkommen abscheidet.

Von den Eingeborenen wird der Milchsaft sehr häufig durch Zusatz des Saftes von *Ipomoea bona nox* L. (= *Calonyctyon muricatum* G. Don.) koaguliert. Nach Koschny (T. B. 1901, 154) verfährt man hierbei zweckmäßig in folgender Weise: Eine gute Handvoll der entblätterten Pflanzen wird über einem Holzstücke oder Stein tüchtig zerklopft und dann mit etwa 4 l Wasser tüchtig durchgeknetet und ausgedrückt. Diese Flüssigkeit gießt man dann zu 23 bis 27 l Milchsaft und rührt gut um. Nach kurzer Zeit gerinnt dann die Milch zu einer weichen plastischen Masse. Diese wird mehrmals durch eine kleine Handwalzenpresse hindurchgezogen und zu dünnen Scheiben ausgewalzt. Diese werden schließlich im Schatten, aber bei durchziehender Luft, aufgehängt.

Bemerkenswert ist ferner, daß der Milchsaft der *Castilloa*-Arten, wenn man ihn ruhig stehen läßt, sich in zwei Schichten trennt, von denen die obere rahmartige die Kautschukkügelchen enthält, während die untere, mehr oder weniger durchsichtige sich namentlich am Licht schnell braun färbt. Hierauf beruht die von Weber (I, 34) vorgeschlagene Aufbereitungsmethode: Nach dieser wird die eingesammelte Milch mit dem sechsfachen Volum siedenden Wassers verdünnt und dann pro Kilogramm Milch noch 30 ccm von der käuflichen 40%igen Formaldehydlösung (Formalin) zugesetzt, um die Fällung von Eiweiß absolut zu verhindern.

Die Milch wird dann durch engmaschige Gaze in ein am Boden mit einem Hahn versehenes Absatzfaß filtriert. Dieses wird bis zum Rande gefüllt und dann bedeckt stehen gelassen. Am folgenden Tage wird das untenstehende Waschwasser durch Öffnen des Hahnes abfließen gelassen, was leicht gelingt, da der gebildete Kautschukrahm bereits viel zu dick ist, um noch zu fließen. Dieser kann nun nochmals mit kaltem Wasser gewaschen werden, oder er wird sofort durch kräftiges Rühren zur Koaleszenz gebracht und mit einer Waschmaschine durchgewaschen. Der frisch koaleszierte Kautschuk bildet in dieser zunächst Felle, die sich eigentümlich weich, lappig anfühlen. Dann kommt aber bei fortgesetztem Waschen plötzlich ein Zeitpunkt, in dem eine große Veränderung des Kautschuks stattfindet: innerhalb weniger Sekunden scheint das Fell sich zu kontrahieren, wird enorm zäh und elastisch und fängt nun an, zwischen den Walzen zu knirschen.

Nach Biffen (K. B. 1898, 1879) gelingt es, den Kautschuk von *Castilloa* durch Zentrifugieren vollständig zur Koagulation zu bringen. Bei einer Geschwindigkeit von 6000 Umdrehungen in der Minute waren hierfür 3—4 Minuten erforderlich.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man auch versucht hat, den Kautschuk aus den abgeschnittenen Pflanzenteilen zu isolieren. Nach Parkin (C. C. 1, 118) wurde sogar angegeben, daß aus einjährigen *Castilloa*-Pflanzen 8% guter Kautschuk gewonnen werden könnten, und der von 1 ha zu erzielende Gewinn auf 2000—4000 M. geschätzt. Im Gegensatz hierzu wurde nun aber von Parkin (C. C. 1, 117) festgestellt, daß der aus den Blättern und jungen Zweigen der auf Ceylon angebauten *Castilloa* gewonnene Milchsaft keinen oder nur sehr wenig Kautschuk, dafür aber Harze und Viscin enthält. Von van Romburgh (I, 80) wurde in Buitenzorg aus der Rinde von 14 jährigen Bäumen ein dunkler Kautschuk von guter Qualität isoliert, dessen Menge 4% der Trockensubstanz betrug.

Mit dem plantagenmäßigen Anbau von *Castilloa*-Arten wurde nach Preuße-Sperber (T. 1916, 281) in Mexiko und Zentralamerika etwa 1897 begonnen. Nach seinen Angaben sollen diese aber an Boden und Klima ungefähr die gleichen Anforderungen stellen wie *Hevea brasiliensis*, deren Kultur unter diesen Umständen sicher lohnender sein würde. Viele von diesen Pflanzungen sind denn auch bereits wieder verlassen. Ebenso wurden auch, soviel mir bekannt geworden, in allen anderen Tropengegenden, in denen *Castilloa*-Arten angepflanzt wurden, mit diesen sehr wenig befriedigende Resultate gewonnen. Mehrfach wurde beobachtet, daß die an den Bäumen angebrachten Wunden schlecht ausheilen, und daß die Bäume nach dem Anzapfen häufig absterben. Ob sich vielleicht unter bestimmten klimatischen Bedingungen, namentlich solchen, die für den Anbau von *Hevea* nicht geeignet sind, der Anbau einer bestimmten *Castilloa*-Art als rentabel erweisen wird, ist noch festzustellen.

7a. *Castilloa australis* Hemsl., Zentral- und Südamerika. Wurde nach Jumelle (I, 185) von Pearce in Peru in Höhen von 1300—1600 m nachgewiesen. Liefert keinen brauchbaren Kautschuk.

8. *C. costaricana* Liebm., Ostküste von Costarica. Liefert nach Pittier (J. A. T. 1905, 168) guten Kautschuk. Gedeiht namentlich in Gegenden ohne ausgesprochene Trockenzeit in Meereshöhen von 0—1000 m mit einer mittleren Jahrestemperatur von mindestens 24°. Nach Pittier (I, 272) haben die im dichten Urwald gewachsenen Bäume eine dunkle Rinde; ihr Milchsaft ist dünnflüssig und leicht zu sammeln, enthält aber weniger Kautschuk. Die in der vollen Sonne gewachsenen Bäume haben dagegen eine helle Rinde und enthalten einen sehr dicken, schnell koagulierenden Milchsaft.

9. *C. daguensis* Pittier, Kolumbien. Bäume von bis zu 50 m Höhe und 1 m Stammdurchmesser.

10. *C. elastica* Cerv. Kommt nach Pittier (I, 277) nur in Mexiko vor.

11. *C. elastica* Cerv. var. *liga* Poisson, Guatemala. Ist nach Pittier (I, 279) vielleicht mit „tunu“, s. *C. tunu* Hemsl. (Nr. 17) identisch.

12. *C. fallax* Cook, Costarica. Liefert nach Pittier (I, 265) eine feste, unelastische Masse, die von den Eingebore-

nen vielfach als Guttapercha bezeichnet wird, aber nicht wert ist, eingesammelt zu werden.

13. *C. guatemalensis* Pittier. Findet sich nach Pittier (I, 272) in Guatemala und Mexiko.

14. *C. lactiflua* Cook, Mexiko. Wird nach J. A. T. (26, 3) in Südmexiko plantagenmäßig angebaut und besitzt einen sehr flüssigen Milchsaft, so daß dieser leicht aufgefangen und durch zweckmäßige Methoden koaguliert werden kann.

C. Markhamiana Collins nach Pittier (I, 249) = *Perebea Markhamiana* Benth, (Nr. 86).

15. *C. nicoyensis* Cook, Costarica. Liefert nach Pittier (J. A. T. 1905, 168) den meisten und besten Kautschuk. Sie gedeiht namentlich in Gegenden mit streng geschiedenen Regen- und Trockenzeiten bei einer Meereshöhe von 0—500 m und mit 24° mittlerer Jahrestemperatur. In größeren Höhen soll sie zwar auch gedeihen, aber weniger und weniger wertvollen Kautschuk liefern. Wird nach Pittier (I, 279) stellenweise angebaut.

16. *C. panamensis* Cook, Panama. Nach Pittier (I, 275) wahrscheinlich die Stammpflanze der in Indien angebauten *Castilloa*-Bäume.

17. *C. tunu* Hemsl., Zentralamerika. Nach Pittier (I, 265) bezieht sich die Beschreibung von Hemsley zum Teil auf Material von *C. guatemalensis* Pittier und *C. fallax* Cook, zum Teil auf eine noch nicht bestimmbare. an der Ostküste von Zentralamerika verbreitete Art, die von den Eingeborenen als »*Tunu*«, »*Hule macho*« und »*Hule colorado*« bezeichnet wird und kein verwertbares Produkt liefert.

18. *C. Ulei* Warb. »*Cauchu.*« Während Huber (R. C. C. 10 136) die im Amazonenstromgebiet vorkommende *Castilloa* für identisch hielt mit *C. elastica* Cerv., handelt es sich nach Ule (I, 15) um eine andere Art, die von Warburg (B. Jr. 35, 654) unter der Bezeichnung *C. Ulei* beschrieben wurde. Sie wächst nach Ule (I, 24) in dem überschwemmungsfreien Gebiete, und zwar besonders in dem sogenannten Centro, den von den Flüssen entfernten, oft tief im Innern gelegenen Wäldern. Nach Ule (I, 33) sind die Castilloabäume infolge des betriebenen Raubbaues in Peru bereits größtenteils vernichtet und an den westlichen Zuflüssen des Amazonenstromes sehr vermindert, so daß am Anfange dieses Jahrhunderts der meiste *Cauchu* am Purus und Madeira gewonnen wurde.

19. *Cecropia palmata* Willd., Nordbrasilien und Guayana. Soll nach Engler (N. P. III, 1, 96) zur Kautschukgewinnung benutzt werden.

20. *C. peltata* L., tropisches Amerika. Enthält nach Virey (B. Ph. 329) Kautschuk.

21. *Clarisia biflora* Ruiz et Pavon, Peru und

22. *C. racemosa* Ruiz et Pavon, Peru. Enthalten nach Duchesne (I, 314) Kautschuk.

23. *Ficus altissima* Bl. (= *F. laccifera Roxb.*), tropisches Asien, Malaya. Wird von Watt (III, 343) als Kautschuklieferant genannt. Nach Gamble (I, 638) ist aber der Kautschuk dieser Art weniger wertvoll als der von *F. elastica.*

24. *Ficus annulata* Bl., Burma, Malaya. Soll nach de Wildeman (I, 254) auf der Halbinsel Malakka zur Kautschukgewinnung benutzt werden und nach Jumelle (I, 252) ein gutes Produkt liefern. Nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) wird die Art auch in Australien zur Kautschukgewinnung benutzt.

25. *F. benghalensis* L., Ostindien. Liefert nach Watt (III, 345) schlechten, eher als Vogelleim zu verwendenden Kautschuk. Auf Java mit dieser Art ausgeführte Kulturversuche lieferten nach van Romburgh (I, 44) ein ungünstiges Resultat.

26 *F. bracteata* Wallich, Malaya. Liefert nach Ridley (B. Str. 1902, 386) auf Malakka ein guttaperchaähnliches Produkt, das aber noch nicht untersucht zu sein scheint.

27. *F. Brassii* R. Brown, tropisches Afrika. Liefert nach de Wildeman (I, 248) in Sierra Leone Kautschuk.

28. *F. Bubu* Warb., tropisches Afrika. Liefert nach de Wildeman (R. C. C. 1904, 293) am unteren Kongo guten Kautschuk.

29. *F. columnaris* Moore et Müller, Australien. Bildet nach von Müller (I, 204) auf der Lord Howes-Insel mäch-

tige Bäume und liefert eine guttaperchaähnliche Substanz, die noch näher zu untersuchen ist.

30. *Ficus comosa* Roxb., tropisches Asien, Malaya. Liefert nach B. I. I. (3, 326) keinen brauchbaren Kautschuk. Derselbe enthält neben 82,6% Harz nur 9,9% Reinkautschuk.

31. *F. consociata* Bl., Sumatra und Borneo. Wächst nach van Romburgh (I, 114) epiphytisch, ist aber leicht durch Stecklinge zu vermehren und aus Samen zu züchten. Nach Angabe der Eingeborenen soll ein Baum 5 kg Kautschuk liefern können. Van Romburgh (I, 118) erhielt aber bei Anzapfung eines großen Baumes nur 220 g. Tromp de Haas (Tey. 1904, 672) fand in dem von etwa fünfjährigen Bäumen gesammelten Rohkautschuk 54,08% Harz und 45,92% Reinkautschuk.

32. *F. consociata* Bl., var. *Murtoni* King. liefert nach van Romburgh (I, 11) ein Produkt, das sich trocken aufbewahrt, allmählich schwärzt und klebrig wird. Es soll dem Lianenkautschuk beigemengt werden.

33. *F. crassinervia* Desf., Jamaica. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) auf Guadeloupe Kautschuk.

34. *F. Cunninghamii* Miq., Australien. Liefert nach von Müller (I, 204) in Queensland eine Art Kautschuk.

35. *F. dendrocida* H. B. et K., Ekuador. Gibt nach Jumelle (I, 228) eine kautschukartige, aber nicht elastische Masse.

36. *F. dob* Warb., Senegal. Gibt nach de Wildeman (I, 248) einen Kautschuk zweiter Qualität. Ein Baum soll bis 5 kg liefern.

37. *F. elastica* Roxb. Von den unteren Tälern des Himalaja bis zur Südspitze von Malakka, ferner über ganz Sumatra und den regenreichen westlichen Teil von Java verbreitet. In Java »*Karet*« und »*Ramboeng*«, im mittleren Sumatra »*Kadjai*«, in Bengalen »*Kusnir*« genannt. In Deutschland vielfach unter der Bezeichnung »Gummibaum« als Topfpflanze gezüchtet. Sie wurde von Roxburgh (III, 543) entdeckt, und zwar kam er zu dieser Entdeckung in folgender Weise: Im Jahre 1810 erhielt er von einem Mr. Rich. Smith aus Silhet einen mit Honig gefüllten Korb. Das Flechtwerk desselben war innen mit einer Substanz ausgedichtet, welche in allen ihren Eigentümlichkeiten mit dem südamerikanischen Kautschuk übereinstimmte. Da Smith in seinem Schreiben ausdrücklich bemerkte, daß der Korb innen mit dem Safte eines Baumes bestrichen sei, der auf den Bergen nordwärts wild wachse, verfolgte Roxburgh die Sache und machte den Indischen Kautschukbaum ausfindig, den er als *Ficus elastica* beschrieb.

In den Tropen bildet *F. elastica* bis 30 m hohe Bäume mit zahlreichen in den Boden eindringenden Luftwurzeln, lederartigen Blättern, deren Größe mit dem Alter der Bäume allmählich abnimmt, und kleinen feigenartigen Früchten. Unter den gleichen Bedingungen gewachsene Bäume verhalten sich häufig bezüglich der Quantität und Qualität des von ihnen gelieferten Kautschuks sehr verschieden. Zurzeit erscheint es aber nicht möglich, die guten und schlechten Bäume durch irgendwelche äußeren Merkmale mit Sicherheit voneinander zu unterscheiden, wenn auch verschiedene diesbezügliche Angaben in der Literatur vorliegen (vgl. Zimmermann in P. 1905, 323). Stecklinge, die von in Deutschland gezüchteten »Gummibäumen« stammten, haben auch in den Tropen Bäume mit wenig und minderwertigem Kautschuk geliefert.

Der Gehalt an Rohkautschuk schwankte nach van Romburgh (I, 49) bei dem in Buitenzorg gewonnenen Milchsafte zwischen 40 und 44 %. In Assam sollen dagegen nach Warburg (I, 141) in den Monaten Februar bis April nur 30%, in den anderen sogar nur 10% Rohkautschuk geliefert werden. Nach Favre (J. A. T. 1906, 329) soll in Kairo gesammelter Milchsaft 68 % trockenen Rohkautschuk liefern.

Bemerkenswert ist auch, daß bei *F. elastica* die Güte des Kautschuks mit dem Alter der Bäume zunimmt. So fand Fendler (T. 1904, 140) in aus Neuguinea stammenden Proben

von	2jährigen	Bäumen	27%	Harze,
„	3 „	„	41%	„
„	4 „	„	11%	„
„	5 „	„	8,5%	„

Tromp de Haas (V. B. 1903, 83 u. 1904, 51) konnte ferner bei in Buitenzorg gesammelten Proben

von 3jährigen	Bäumen	36,4%	Harze,
„ 4 „	„	31.6%	„
„ 9 „	„	8,9%	„

nachweisen. Bei den von dem Stamme eines 20jährigen Baumes entnommenen Proben schwankte der Harzgehalt zwischen 4,14 und 6,0%.

Das Anzapfen der Bäume geschieht meist in der Weise, daß an Stamm und Zweigen der Bäume mit einer kleinen Axt, deren Schneide etwa 10 cm lang ist, horizontale Wunden angebracht werden. Die Eingeborenen klettern dabei häufig unter Benutzung rudimentärer Strickleitern hoch in die Bäume hinauf. Nach van Romburgh (I, 50) werden aber auf Sumatra auch zuweilen Grätenschnitte an den Bäumen angebracht. Diese Art der Verwundung erscheint aber deshalb irrationell, weil nach van Romburgh (I, 50) und Mac Kee (B. Str. 1902, 444) horizontale Wunden größere Erträge liefern als schräge oder vertikale. Den nach der Verwundung austretenden Milchsaft, der wasserreicher ist als der später auftretende, läßt man nach Busse (T. 10, 105) auf den mit Matten, Bananen- oder anderen großen Blättern bedeckten Boden herabträufeln, woselbst er, der Sonne ausgesetzt, rasch koaguliert. Den größeren Teil des Latex läßt man jedoch in der Schnittwunde zurück; dort koaguliert er wohl langsamer, gibt aber ein besseres Produkt als das auf dem Boden gesammelte ist. Der in den Wunden durch freiwillige Koagulierung des Latex ausgeschiedene Kautschuk wird nach 1—2 Tagen abgekratzt und mit verschiedenen, zufällig hineingeratenen oder von den Arbeitern absichtlich beigemengten Verunreinigungen zu kleinen Bällen zusammengerollt oder in Fäden, Streifen vom Baume abgezogen, auch auf Tonteller aufgestrichen. In Tjikandivedik auf Java wird der Saft nach Warburg (T. 3, 434) auf Blechplatten aufgefangen und, sobald die geronnene Masse fleischfarben geworden ist, zu faustgroßen Stücken geknetet. Nach Entfernung der anhaftenden Rindenteile werden die Stücke auf Stellagen aus Eisengaze im Schatten bei Luftzutritt getrocknet. Am zweckmäßigsten ist aber wohl die von van Gelder (T. 1911, 653) angegebene Methode, nach der zunächst auf der Rinde ein System von flachen Rinnen erzeugt wird, in die dann mit einem Messer hineingestochen wird. Man soll in dieser Weise etwa die Hälfte des Milchsaftes in flüssiger Form gewinnen können.

Die Koagulation des Milchsaftes macht bei *F. elastica* größere Schwierigkeiten als bei den meisten anderen Kautschukpflanzen. Nach Burgesse (B. Str. 1902, 32) ist der Saft besonders durch Kochen sehr schwer zur Gerinnung zu bringen. Dahingegen erhält man nach Angabe des gleichen Autors eine gute Koagulation, wenn man zu dem auf 40° C erhitzten Milchsafte $^1/_{10}$-Volum 2%ige Tanninlösung zusetzt und die Mischung dann schlägt oder schüttelt. Schon nach 1—2 Minuten setzt sich dann eine rahmartige Masse ab, die sich bei weiterem Schütteln zusammenballt und mit der Hand aus der Flüssigkeit herausgenommen werden kann.

Nach Preyer (T. 1899, 327) soll man relativ reinen Kautschuk erhalten, indem man den frischen Milchsaft oder den durch Zentrifugieren desselben erhaltenen Rahm in eine siedende wässerige Lösung von Chloralhydrat oder Ameisensäure in dünnem Strahl einbringt und dann noch einige Minuten lang weiter kocht.

Nach van Gelder (T. 1911, 659) verfährt man auf Java meist in der Weise, daß man den durch Siebe aus Kupferdraht gereinigten Milchsaft in eine kleine Menge von bereits geronnenem Milchsaft unter fortwährendem Umrühren langsam einbringt. Wenn der ganze zur Verfügung stehende Milchsaft beigefügt ist, rührt man weiter, bis die ersten Anzeichen der Gerinnung sich zeigen; dann läßt man die ganze Masse bis zum nächsten Tage stehen. Der Kautschuk scheidet sich langsam von selbst ab. Dieses Stehenlassen des Latex hat insofern eine Bedeutung, als dabei ein besseres, helleres Produkt erhalten wird, während dieses von minderer Güte ist, wenn man in einem fort rührt, bis der Kautschuk sich völlig abgeschieden hat. Dann wird der Kautschuk in der Waschmaschine zu Crêpe-

Kautschuk verarbeitet oder zu Würsten geknetet, die in Bänder geschnitten, hierauf durch 24 Stunden in Wasser gelegt und nun erst getrocknet werden, wobei er eine hellviolettrosa Färbung annimmt. Die Gefäße und Siebe werden abgewaschen und der in dem Waschwasser befindliche Kautschuk wird durch vorsichtiges Kochen abgeschieden und dann ebenfalls zu Crêpe oder Ballen verarbeitet. Der in den Wunden zurückgebliebene Kautschuk wird am nächsten Tage als Scrap gewonnen und zu Blocks oder Ballen geformt. Endlich wird der in den Sieben zurückgebliebene, bereits in der Pflanzung koagulierte Kautschuk, der mit verschiedenen Verunreinigungen vermischt ist, als »Lump« abgesondert.

Die ersten Kautschukpflanzungen wurden nach Reintgen (I, 78) auf der Insel Java von der indischen Forstverwaltung angelegt. Diese machte im Jahre 1861 im westlichen Teil der Insel den ersten Versuch mit einer geschlossenen Anpflanzung von Ficusbäumen, wenn auch zunächst in sehr kleinem Umfange. Es folgten weitere Anlagen in größerem Umfange von staatlicher und bald auch von privater Seite. 1864 wurde dann auf den Tjiasem- und Pamanoekan-Landen in der Residentschaft Krawang, Westjava, eine sehr bedeutende Pflanzung von *F. elastica* angelegt, welche als die älteste nennenswerte Kautschukplantage der Welt gilt. Später wurden dann in zahlreichen Tropengegenden mehr oder weniger ausgedehnte Pflanzungen angelegt. Gegenüber *Hevea* und *Manihot* bietet aber *F. elastica* den Nachteil, daß sie bei wiederholten Zapfungen in kurzen Intervallen sehr schnell abnehmende Erträge liefert und dann langer Ruhepausen bedarf, bevor sie wieder lohnende Erträge gibt. Auch lauten die in der Literatur vorliegenden Angaben über die von *F. elastica* zu erwartenden Erträge (vergl. Zimmermann in P. 1905, 340) sehr verschieden, was wohl zum Teil auf die große Variabilität dieser Art zurückzuführen ist. Erwähnt sei in dieser Hinsicht nur, daß man nach Preuß (T. 1920, 174) folgende Erträge an trockenem Kautschuk pro Baum und Jahr erwarten kann:

5jährige	Bäume		20 g
6	„	„	50 g
7	„	„	80 g
8	„	„	100 g
9	„	„	150 g
10	„	„	250 g
11	„	„	400 g
12	„	„	550 g
13	„	„	700 g
14	„	„	900 g
15	„	„	1100 g
16	„	„	1300 g
17	„	„	1500 g
18	„	„	1800 g

Auf manchen Pflanzungen wurden denn auch bereits vor dem Weltkriege die *Ficus*-Pflanzungen als unrentabel aufgegeben, so (nach G. Z. 27, 1234) auf Sumatra. Auch in Borneo läßt man (nach T. 1917, 23) die *Ficus*-Bäume allmählich eingehen. In Samoa wurden dagegen nach Preuß (T. 1916, 549) die *Ficus*-Bestände noch weiter ausgebeutet, weil durch deren Unterhaltung nur sehr geringe Kosten verursacht werden und die Zapfkosten nur verhältnismäßig gering sind, so daß bei der guten Qualität des Produktes noch ein bescheidener Gewinn zu erzielen war.

38. *Ficus fulva* Reinw., Burma, Sumatra. Van Romburgh (I, 8) beobachtete ein epiphytisch gewachsenes Exemplar, das mehr als 40 m hoch war. Das klebrige Produkt soll anderen Kautschukarten beigemengt werden.

39. *F. glomerata* Roxb., Ostindien. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

40. *F. hispida* L., tropisches Asien. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

41. *F. Holstii* Warb., Deutsch-Ostafrika, »*Msoso*«. Wird von Volkens (N. B. 2, 16) zur Aufforstung empfohlen. Sie liefert reichlich Milchsaft. Schellmann (P. 1906, 46) fand aber in dem daraus hergestellten Produkt 59,95% Harz und nur 23,96% Reinkautschuk.

42. *Ficus hypophaea* Schlchtr., Deutsch-Neuguinea. Eine von Schlechter (II, 126) aufgefundene Liane mit schenkeldicken Stämmen. Im Jugendzustande klettert sie mit Haftwurzeln. Der Milchsaft ist durch Erwärmen leicht zu

koagulieren. Von einer Liane mit 49 cm Stammumfang wurde 1218 g Rohkautschuk erhalten.

43. *F. inaequibracteata* Warb., Neukaledonien. Liefert nach Warburg (T. 1903, 584) keinen Kautschuk.

44. *F. incisa* Wall., Neukaledonien und Neue Hebriden. Gibt nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 25) ausgezeichneten Kautschuk.

45. *F. indica* L., Ostindien. Liefert (nach B. I. I. 3, 326) keinen brauchbaren Kautschuk. In demselben wurden neben 79,1% Harz nur 7,3% Reinkautschuk nachgewiesen.

46. *F. infectoria* Roxb., tropisches Asien, Malaya. Wird von Watt (IV, 360) als Kautschuklieferant genannt. Thompson (I. F. 1903, 407) fand in einer aus Indien gewonnenen Probe 47,6% Harz und 22% Reinkautschuk.

47. *F. laevigata* Vahl., Westindien. Rivière (R. C. C. 1899, 246) fand in dem Milchsaft 28,8% Rohkautschuk.

48. *F. laurifolia* Hort. Gibt nach Chevalier (J. A. T. 1901, 185) in Kairo minderwertigen Kautschuk.

49. *F. laurifolioides* Warb., Senegal. Gibt nach Chevalier (J. A. T. 1901, 157) einen ähnlichen inferioren Kautschuk wie *F. Vogelii* Miq.

50. *F. lentiginosa* Vahl., Westindien. Gibt nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

51. *F. macrophylla* Desf., Himalajagebiet bis Australien, bis 1600 m Seehöhe. Bildet nach von Müller (I, 206) in Australien mächtige Bäume. Nach Rivière (R. C. C. 1899, 290 u. 297) entwickelt sich diese Art auch ausgezeichnet an der Küste von Algier und ist leicht durch große Stecklinge zu vermehren. Nach einer von Jumelle (I, 227) publizierten Angabe von Griffen soll dieselbe guten Kautschuk liefern. Nach de Wildeman (I, 245) gibt sie in Palermo guten Kautschuk, während sie nach Rivière (R. C. C. 1899, 294) in Algier und Kew ein harziges wertloses Produkt liefert. Zwei aus Algier stammende Milchsaftproben enthielten nach Rivière (R. C. C. 1899, 264) 37,5 und 27,1% Rohkautschuk.

52. *F. Melleri* Bak., Madagaskar. Gibt nach Jumelle (I, 229) ein wertloses Produkt.

53. *F. myrtifolia* Link., Venezuela. Gibt nach Jumelle (I, 227) eine kautschukartige Substanz.

54. *F. mysorensis* Heyne, Wälder am Fuße des Himalaya. Liefert nach Jumelle (I, 251) Kautschuk.

55. *F. nekbudu* Warb., Kongostaat. Bildet nach de Wildeman (R. C. C. 1904, 293) im Kongostaat kolossale Bäume, die große Mengen sehr elastischen und gut bewerteten Kautschuks liefern. Derselbe wird bei der durch Sonnenwärme oder Kochen zu erreichenden Koagulation rot gefärbt.

56. *F. nitida* Bl., Java. Aus Algier stammende Milch gab nach Rivière (R. C. C. 1899, 264) 31,3% Rohkautschuk.

57. *F. nymphaeifolia* Mill., Venezuela. Gibt nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

58. *Ficus obliqua* Forst. fil., Fidschi-Inseln. Liefert nach K. B. (1898, 166) Kautschuk, der aber minderwertig ist und nur zur Vermischung mit anderen Kautschukarten benutzt wird.

59. *F. obtusifolia* Roxb., Westliches Hinterindien. Liefert nach Watt (IV, 360) einen Teil des Kautschuks von Birma. Nach Gamble (I, 638) ist derselbe aber von inferiorer Qualität.

60. *F. pertusa* L., Guayana, Guadeloupe. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

61. *F. platyphylla* Delile, Zentralafrika. Gibt nach Rein (T. 13, 378) im Sudan minderwertigen Kautschuk. Nach B. H. I. (18, 422) liefert sie ein guttaperchaähnliches Kautschukharz, das von Adamaua aus nach Europa, größtenteils nach England, verschifft wird. Fickendey (T. 1911, 158) fand darin nur 7,58% Guttapercha und 88,41% Harz. Das Rohprodukt besitzt aber guttaperchaähnliche Eigenschaften.

62. *F. populifolia* Vahl., Sudan. Liefert nach Rein (T. 13, 378) minderwertigen Kautschuk.

63. *F. populnea* Willd., Südamerika. Gibt nach Engler (N. P. III, 1, 92) Kautschuk.

64. *Ficus Preussii* Warb., Kamerun. Liefert nach Warburg (B. Jr. 20, 156) ungewöhnlich viel guten Kautschuk, der vermutlich auch in den Handel kommt.

65. *F. prinoides* H. et B., Südamerika. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

66. *F. prolixa* Forst., Pazifische Inseln. Wird vielfach für die Stammpflanze des Kautschuks von Neukaledonien gehalten, scheint dort aber nach Warburg (T. 1903, 581) gar nicht vorzukommen.

67. *F. racemosa* L., Elfenbeinküste. Liefert nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

68. *F. Radula* Willd., Südamerika. Gib nach Engler (N. P. III, 1, 92) Kautschuk.

69. *F. religiosa* L., Indien. Gibt nach Watt (III, 358) eine mehr wachsartige Substanz.

70. *F. rigo* Bailey, Australien. Liefert nach Warburg (I, 127) brauchbaren Kautschuk. Von einem Baume sollen 2½—3½ kg geerntet werden können. Die Pflanzen wachsen sehr schnell, gewöhnlich zunächst epiphytisch. Anzucht aus Samen ist bisher nicht gelungen. Nach Preuß (T. B. 1907, 6) wird *F. rigo* in Britisch-Neuguinea angepflanzt und soll dort große Erträge liefern. Die auf der Gazellenhalbinsel befindlichen Exemplare können aber nach Preuß (T. B. 1907, 39) nicht zum Anbau im Großen ermutigen.

71. *Ficus Roxburgii* Wall. Liefert nach de Wildeman (R. R. I. 6) auf Java Kautschuk.

72. *F. rubiginosa* Desf., Australien. Gibt nach Semler (I, 716) Kautschuk.

73. *F. rubra* Vahl., Seychellen. Liefert nach B. I. I. (6, 188) viel Milchsaft; das aus diesem gewonnene Produkt ist aber wertlos (15,9% Reinkautschuk und 82,5% Harz).

74. *F. Schlechteri* Warb., Neukaledonien. Ist nach Warburg (T. 1903, 581) die Stammpflanze des in Neukaledonien gewonnenen Kautschuks, der aber nach Jumelle (I, 254) nur eine geringe Haltbarkeit zu besitzen scheint. Nach Schlechter (T. 1903) sollen die Bäume reichlich Milch geben, die durch Erwärmen zur Koagulation gebracht werden kann. Von Warburg (T. 1904,15) wurde *F. Schlechteri* zur Aufforstung kahler Hänge empfohlen. In Amani hat sich dieselbe aber nicht bewährt. Der Wuchs der Bäume war langsam und die Erträge waren gering. Auch in Kamerun ist *F. Schlechteri* schlecht gewachsen.

75. *F. subcalcarata* Warb. et Schweinf., Zentralafrika. Gibt nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 24) Kautschuk.

76. *F. Supfiana* Schlecht., Neuguinea. Nach Schlechter (II, 130) im Jugendzustande mit Haftwurzeln kletternd, später lianenartig wachsend. Gibt nach Warburg (T. 15, 544) Kautschuk.

77. *F. thomeensis* Warb., St. Thomé. Gibt nach Moller (T. 1902, 515) ein guttaperchaähnliches Produkt, das 25% in Azeton lösliche Stoffe enthält, dessen technische Verwertbarkeit aber noch zweifelhaft ist.

78. *F. trachyphylla* Fenzl., Senegal. Liefert nach Jumelle (I, 228) ein wertloses Produkt.

79. *F. trichopoda* Bak., Zentralmadagaskar. Wird als Kautschuklieferant genannt, soll aber nach de Wildeman (I, 249) nicht zur Kautschukgewinnung dienen.

80. *F. usambarensis* Warb., Ostafrika. Enthält nach Warburg (B. Jr. 20, 159) viel Kautschuk, dessen Handelswert aber noch festzustellen ist.

81. *F. variegata* Bl., Himalajagebiet, Malaya. Liefert nach Jumelle (I, 227) ein guttaperchaähnliches Produkt.

82. *F. Vogelii* Miq., tropisches Afrika. Ist nach Chevalier (J. A. T. 1901, 157) fast im ganzen tropischen Westafrika verbreitet und dort in den meisten Gegenden unter der Bezeichnung »*Dob*« bekannt. Sie bildet große Bäume, die in verschiedenen Gegenden zur Kautschukgewinnung benutzt werden, so nach Chevalier (J. A. T. 1901, 157) in Senegal, wo große Bäume bis zu 5 kg Kautschuk liefern sollen. Nach Hua (B. C. 90, 45) stammt auch ein geringer Teil des Dahomey-Kautschuks von *F. Vogelii*. Nach de Wildeman (I, 247) wird dieselbe in Liberia von den Eingeborenen kultiviert. Sie liefert ferner nach Preuß (T. 1901, 389) in Kamerun brauchbaren Kautschuk. Eine abweichende Angabe von Schlechter

wird auf Verwechslung mit einem daneben stehenden Baume zurückgeführt.

Der Milchsaft reagiert nach van Romburgh (I, 112) neutral, enthält nur Spuren von Stickstoff und liefert 30,7—31,2% Rohkautschuk. Er wird durch Essigsäure, Kochsalz und Alaun nicht gefällt, auch nicht durch Erwärmen allein, wohl aber durch Alkohol und durch Erwärmen nach Zusatz von Essig- oder Salzsäure. In Westafrika soll der Milchsaft durch Erwärmen mit Zitronensäure koaguliert werden. Außerdem kann man den Saft nach van Romburgh (I, 112) auch am Baume selbst koagulieren lassen und erhält so ein graues oder braunes, wenig elastisches Produkt, das in heißem Wasser etwas elastisch wird. In von der Goldküste stammenden Proben fand Evans (J. A. T. 1908, 127) 50% Reinkautschuk und 44% Harz. Die Probe war weich, mehr oder weniger klebrig und ohne Elastizität und Festigkeit. Fendler (N. B. 5, 59) fand in zwei aus Togo stammenden Proben 53,92% und 62,70% Reinkautschuk und 39,60% und 32,74% Harz. Van Romburgh (I, 113) erhielt in Buitenzorg von einem 7 Jahre alten, im Schatten gewachsenen Baume 32 g Kautschuk, im folgenden Jahre sogar nur 5 g. Drei 5 Jahre alte Bäume, die in der vollen Sonne gewachsen waren, lieferten 15 g, 13 g und 7 g, im nächsten Jahre 28 g, 20 g und 11 g und im nächstfolgenden Jahre 15 g, 11 g und 5 g. Von einem gut entwickelten 12jährigen Baume wurden 200 g geerntet.

83. *F. Vohsenii* Warb., Sierra Leone. Scheint nach Warburg (B. Jr. 20, 155) Kautschuk zu liefern.

84. *Ficus* sp. Im A. T. (1906, Nr. 6, 3) wird eine eigenartige Methode der Kautschukkoagulation, die bei einer nicht bestimmten *Ficus*-Art von den Eingeborenen Togos benutzt wird, beschrieben. Nach dieser werden zunächst Maiskörner drei Tage lang in Wasser gelegt und dann zwischen Steinen zu einem Mehlbrei zerrieben. Dieser wird über Nacht nochmals in Wasser gelegt und, nachdem er im Wasser gut verrührt ist, durch ein Körbchen gesiebt. In dem Siebe bleiben die nicht zerriebenen Schalen der Maiskörner zurück, während das Wasser mit dem Maismehl in einen Topf abläuft. In diesem wird das Filtrat so lange gekocht, bis ein dicker Brei entstanden ist, der in Klöße geformt werden kann. Solche werden bis zur Faustgröße hergestellt, in frische Blätter eingewickelt und noch einmal in Wasser abgekocht. Mit einem solchen Kloß reibt man nun über die mit dem Hammer an den *Ficus*-Stämmen gemachten Wunden, wobei der Maiskloß schwammartig die Milch annimmt. Manchmal werden die Einhiebstellen mit dem Maiskloß auch nur betupft. Der von dem Maiskloß aufgenommene Milchsaft scheint sofort zu koagulieren. Der Maiskloß nimmt während der Aufnahme des Milchsaftes bedeutend an Umfang zu und soll 3—4fache Faustgröße erreichen. Nach beendeter Ausbeutung wird aus den gewonnenen Ballen der zurückgebliebene Maisbrei ausgewaschen. Zu diesem Zwecke nimmt der Kautschukbereiter den Ballen in eine Hand, welche den Ballen knetet, während er mit der anderen Wasser darüber gießt. Dies wird so lange fortgesetzt, bis die Breiteile entfernt sind. Die Kautschukballen werden dann häufig bis zum Zeitpunkt des Verkaufes in Wasser gelegt.

85. *Perebea macrophylla* Renner, Mexiko, Bolivien. Der aus dieser oder einer nahe verwandten Art gewonnene Milchsaft liefert nach Mannich (T. 1901, 89) ein weder als Kautschuk noch als Guttapercha zu verwendendes Produkt.

86. *Perebea Markhamiana* Benth. Darien. Liefert nach Pittier (I, 249) keinen Kautschuk.

87. *Trophis anthropophagorum* Seem., Fidschi-Inseln. Liefert nach (K. B. 1898, 166) ein wertloses Produkt.

c) Loranthaceae.

Um das Jahr 1902 herum wurden von Giordana mehrere in Venezuela vorkommende Mistelarten aufgefunden, deren Früchte sich durch einen relativ hohen Kautschukgehalt auszeichnen. Dieselben wurden zuerst von Warburg (T. 1905, 633) und dann von Iltis (S. W. 120, I, 23) genauer untersucht. Der Kautschuk bildet danach in der reifen Frucht einen kompakten, den inneren Teil der Frucht, soweit dieser aus dem Fruchtknoten entstanden ist, einhüllenden Mantel, der aus parenchymatischen Zellen besteht, in deren Inhalt sich

der Kautschuk bildet. Außer dem Kautschukmantel sind kautschukähnliche Substanzen noch in gewissen Gewebepartien der Fruchtwand enthalten, welch letztere noch harz-, schleim- und fettartige Inhaltskörper führen. In jungen Früchten sind die Kautschukzellen sehr plasmareich und enthalten Milchsaft. Der Kautschuk wird entweder aus getrockneten reifen Früchten durch Mahlen und Stampfen gewonnen, oder die unreifen Früchte werden zwischen Walzen ausgepreßt, und es wird dann aus dem ausgepreßten und durch ein Sieb von Schmutz befreiten Safte durch Kochen der Kautschuk ausgeschieden. Der in Venezuela als »*Tina*kautschuk« bezeichnete Kautschuk ist außen dunkelbraun, innen rötlichgrau bis grauweiß. Er soll sich gut vulkanisieren lassen. In einem Jahre sollen etwa 100 t auf den Markt gekommen sein.

Über den Kautschukgehalt der verschiedenen untersuchten Arten macht Warburg (T. 1905, 633) folgende Angaben:

88. *Phoradendron* sp. Die Früchte enthalten keinen Kautschuk.

89. *Phthirusa pyrifolia* Eichl. Im ganzen Südamerika bis Rio de Janeiro verbreitet. Wächst auf Kaffee, Mango und Akazien. Die Früchte enthalten vielleicht geringe Mengen von Kautschuk, aber sehr viel Viscin.

90. *Phthirusa theobromae* Eichl. Im ganzen Amazonasgebiet, ferner auch in Guayana und Venezuela auf verschiedenen Wirtspflanzen sehr verbreitet, namentlich auch auf Kaffee. Im Kautschukgehalt zeigen die Früchte große individuelle Verschiedenheiten. Aus fünf Proben unreifer Früchte wurden 4,8—19% (im Mittel 7%) guter, reiner, ziemlich trockner Kautschuk erhalten.

91. *Struthanthus marginatus* Bl., Brasilien und Paraguay, auch auf Kaffee, das ganze Jahr hindurch fruktifizierend. Die Früchte sind etwas kleiner als die der folgenden Art. Der Kautschukgehalt derselben wurde noch nicht festgestellt.

92. *Struthanthus syringaefolius* Mart. Im ganzen wärmeren Brasilien, in Venezuela hauptsächlich in 1000—1500 m Meereshöhe. Auf Lauraceen, Mango und Inga schmarotzend. Der Kautschukgehalt der frischen reifen Früchte beträgt 7,5%. Fendler (G. Z. 1905, 181) fand in den getrockneten Früchten etwa 15% Reinkautschuk und 11% Harz. In einer aus Venezuela stammenden Kautschukprobe konnte er 52,18% Reinkautschuk und 30,70% Harz nachweisen.

d) Trochodendraceae.

93. *Eucommia ulmoides* Oliv., China. Dybowskiu. Fron (A. P. Ch. 1, 188) erhielten aus der Rinde bei direkter Extraktion 11,5% Kautschuk und 7,8% Harz, nach vorherigem, achtstündigem Erwärmen im Autoklaven in Wasserdampf von 120° C 15,4% Reinkautschuk und 7,7% Harz. Nach K. B. (1901, 89) handelt es sich aber nicht um Kautschuk, sondern um Guttapercha. Nach Vilmorin (R. C. C. 1899, 311) ist die Pflanze leicht durch Stecklinge zu vermehren und erträgt eine Kälte von —8° C.

e) Menispermaceae.

Nach Maheu (C. R. 141, 958) finden sich in den Stengeln und Blättern von:

94. *Tinomiscium petiolare* Miers,

94a. *T. javanicum* Miers und

95. *T. phytocrenoides* Kurz ungegliederte Milchröhrchen, die reich an Kautschuk sind. Die betreffenden Organe zeigen die Eigenschaft des „Spinnens". Diese zeigt sich, wenn irgendein kautschukführender Teil der Pflanze durchbrochen wird und die Bruchstücke langsam voneinander getrennt werden. Man sieht alsdann, daß sich feine weißliche Fäden von dem einen Stück zu dem anderen hinüberziehen, und zwar treten diese Fäden vorzüglich aus den durchbrochenen Nerven hervor. Läßt man mit der einen Hand etwas nach, so schnellt das entsprechende Stück zurück, indem sich der Kautschukfaden wieder zusammenzieht. Bei einiger Vorsicht gelingt es nicht selten, die beiden Bruchstücke bis auf einen Zoll voneinander zu entfernen, ehe der Faden reißt.

f) Euphorbiaceae.

96. *Euphorbia abyssinica* Gmel., Abessinien. Liefert nach Baldrati (J. A. T. 1906, 18) in Erythräa einen brauchbaren Kautschuk.

97. *E. antiquorum* L., Ostindien. Liefert nach Semler (I, 764) einen guttaperchaähnlichen Stoff.

98. *E. candelabrum* Trémaut, tropisches Afrika. Liefert nach de Wildeman (R. R. I. 2) ein guttaperchaähnliches Produkt.

99. *E. caracasana* Boiss., Venezuela. Gibt nach Mannich (T. 1901, 89) ein Produkt, das vielleicht in manchen Fällen zum Ersatz von Guttapercha dienen könnte.

100. *E. cattimandao* W. Elliot, Ostindien. Liefert nach Semler (I, 746) eine guttaperchaähnliche Substanz.

101. *Euphorbia cyparissias* L., Europa. Der frisch gesammelte Milchsaft enthält nach Weiß und Wiesner (B. Z. 1861, 42) 2,73% Reinkautschuk. Um einige Gramm Milch zu gewinnen, benötigt man aber einige tausend Exemplare.

102. *E. dregeana* E. Mey, Hochebenen von Namaqualand. Nach T. (1914, 349) enthält das aus dem Milchsaft hergestellte Produkt 17,6% Reinkautschuk und 70% Harz. In Prätoria hatte sich eine Gesellschaft gebildet, die mit einer Ausbeutung von 6 Millionen Bäumen rechnete.

103. *E. fulva* Stapf = *E. elastica* Altam et Rose, Mexiko. Bäume von bis zu 15 m Höhe und 60 cm Stammumfang, die in den halbtropischen, trockenen Gegenden von Mexiko in Meereshöhen von 1500 bis 2000 m wachsen. Sie liefert den als »Palo Amarillo« bezeichneten Kautschuk, der nach Endlich (T. 1906, 526) von sehr guter Qualität sein soll. Nach Olsson-Seffer (E. St. R. 21, 340) enthält aber der Milchsaft nur 7,3% Kautschuk und mindestens 19% Harze. Nach Rusby (To. 9, 181) soll die Pflanze schnell wachsen und sich leicht durch Stecklinge vermehren lassen. Die in Amani aus Samen gezüchteten Pflanzen haben sich aber auch in einer Meereshöhe von etwa 450 m recht langsam entwickelt.

104. *E. intisy* Drake del Castillo, Südmadagaskar. »*Intisy, Herotra*«. Nach Jumelle (I, 185) ist der Milchsaft sehr reich an Kautschuk, der in sehr guter Qualität in braunen Kugeln auf den Markt kommt. Die Pflanze ist infolge der rücksichtslosen Ausbeutung im Aussterben begriffen. Der Milchsaft kann sowohl durch Kochsalz als auch durch Zitronensäure koaguliert werden.

105. *E. lactiflua* Philippi, Chile. Der Kautschukgehalt des Milchsaftes ist nach Wiesner (S. W. 121, I, 16) zu gering, als daß die Pflanze für die Kautschukgewinnung geeignet wäre.

E. media N. E. Br. nach K. B. (1914, 94) = *E. tirucalli* L. (Nr. 110).

106. *E. pirahazo* Jum. = *E. elastica* Jum., Nordwestmadagaskar. Liefert nach Jumelle (G. Z. 19, 762) reichlich Kautschuk. Von einem 12 m hohen Baume wurden durch Anzapfen mit Transversalschnitten 342 g trockener Kautschuk geerntet. Dieser enthielt 89 % Reinkautschuk und 9,5% Harze. Der Milchsaft kann leicht durch Kochen koaguliert werden und enthält im Liter wenigstens 320 g Kautschuk.

107. *E. platyphyllos* L. var. *stricta*, Europa, Nordafrika. Der frisch gesammelte Milchsaft enthält nach Weiss und Wiesner (B. Z. 1862, 126) 0,73% Reinkautschuk.

108. *E. Reineckei* Pax. Samoa. In Samoa wurde aus der Pflanze ein guttaperchaähnliches Produkt gewonnen, das aber nach Mannich (T. 1901, 233) so sehr von der echten Guttapercha abweicht, daß seine Verwendbarkeit sehr zweifelhaft ist. Auffallend ist der hohe Gehalt an mineralischen Bestandteilen (19,33%).

109. *E. rhipsaloides* Welw., Westafrika. Liefert nach Jumelle (I, 61) und Moller (T. 1904, 201) den von Angola aus in den Handel kommenden »*Almeidina*-Kautschuk«, der im Aussehen Kartoffeln ähnelt (»Kartoffelkautschuk«). Sie bildet nach Moller Sträucher von 3—6 m Höhe und kann leicht durch Stecklinge vermehrt werden. Nach Axelrod (G. Z. 19, 1079) enthält der Almeidinakautschuk 18—25% Reinkautschuk und 60—70 % Harze.

110. *E. tirucalli* L., im tropischen Afrika sehr verbreitet. Sie bildet Sträucher oder bis zu 10 m hohe, dornenlose Bäume mit wirr ineinander geschobener Verästelung (»Besen-Euphorbie«). Von Sperber (T. 1910, 159) wurde die Ausnutzung und der Anbau sehr empfohlen. In Natal hat auch nach Noyes (J. S. A. 1913, 706) eine Ausbeutung im Großen stattgefunden. Die Anzapfung geschieht durch Rinnen, die die Gestalt des halben Grätenschnitts besitzen. Die Koagulation des Milchsaftes gelingt nach P. (1911, 742) leicht

mit Tannin. Von Noyes wird auch ein Gemisch von Tannin und Salzsäure empfohlen. Ferner soll die Koagulation besser gelingen, wenn man den Milchsaft zuvor 1—7 Tage stehen läßt und nach der Koagulation auf etwa 60° C erwärmt. Das in dem Koagulat in großer Menge enthaltene Wasser wird aus der noch warmen Masse bis auf etwa 25% ausgepreßt. Die trockene Masse enthält nach Noyes 13,5—17% Reinkautschuk und 74% Harze. Sie soll aber trotz des hohen Harzgehaltes direkt zur Beimischung bei Herstellung bestimmter Gummiwaren benutzt werden können.

Da der Milchsaft von *E. tirucalli,* ebenso wie der vieler anderer *Euphorbia*-Arten, wenn er in die Augen kommt, starke Schmerzen verursacht, ist bei den Arbeiten mit demselben große Vorsicht geboten. Nach Noyes können die Schmerzen durch einige Tropfen Rizinusöl oder eine 5%ige Kokainlösung leicht zum Verschwinden gebracht werden.

111. *Excoecaria agallocha* L., tropisches Asien, Pazifische Inseln. Aus dem Milchsafte isolierte Fendler (N. B. 4, 285) eine hauptsächlich aus Harz bestehende, anscheinend wertlose Masse.

112. *Excoecaria Dallachyana* Benth., Queensland. Liefert nach Warburg (T. 3, 531) eine klebrige, die Eigenschaften des Kautschuks besitzende Masse.

113. *Hevea andinensis?* Gibt nach Sperber (T. 1910, 96) halb so viel Kautschuk wie *H. brasiliensis.* Derselbe soll auch von geringerem Werte sein. Die Art scheint übrigens nicht beschrieben zu sein.

114. *Hevea Benthamiana* Müll. Arg. Liefert nach T. (1915, 632) den meisten Kautschuk von Rio Negro. Wird nach Jumelle (I, 133) in Venezuela kultiviert.

115. *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. »*Para-Kautschuk*«. Sie findet sich nach Ule (I, 8) an den Ufern des Amazonenstromes und an den von Süden her in diesen einmündenden Nebenflüssen oft fast bis zu deren Quellen. Im Norden des Amazonenstromes ist ihr Verbreitungsgebiet dagegen auf den unteren Lauf des Rio Negro und Japura beschränkt. Am Unterlauf der Flüsse wird sie nur in dem Überschwemmungsgebiet angetroffen, in den Quellgebieten aber auf dem überschwemmungsfreien Lande. Es ist allerdings noch nicht erwiesen, ob es sich hier wirklich um *Hevea brasiliensis* oder eine nahe verwandte Art handelt. Die Bäume bilden niemals geschlossene Bestände, sondern sind meist vereinzelt, seltener zu zwei oder drei in dem aus zahlreichen verschiedenen Baumarten bestehenden dichten Urwalde zerstreut. Nach Schüler (I, 254) finden sich auf einem Hektar selten mehr als etwa acht Bäume.

Die Bäume erreichen eine Höhe von bis zu 30 m mit einem Stammumfang von bis zu 2,5 m und mit bis zu 2,5 cm dicker Rinde. Sie sind monözisch und tragen dreizählige Blätter und ziemlich unansehnliche Blüten. Die eiförmigen Samen sind zu dritt in einer Kapsel enthalten, aus der sie bei der Reife weit fortgeschleudert werden. Sie werden neuerdings zur Ölgewinnung benutzt.

Nach Ule (T. B. 1905, 17) sind die Bäume im Überschwemmungsgebiet während des höchsten Wasserstandes etwa von März bis Juli blätterlos. Auf dem überschwemmungsfreien Lande findet die Entlaubung später statt und dauert weit kürzere Zeit. Auf der Westseite von Ceylon werfen die Bäume, den abweichenden klimatischen Bedingungen entsprechend, nach Lock (I, 19) ihre Blätter im Februar ab.

Von Huber (R. C. C. 1902, 97), Ule (I, 8) und Poisson (J. A. T. 1904, 137) werden von *H. brasiliensis* zwei verschiedene Varietäten unterschieden:

Die eine derselben, von Ule als *f. latifolia* bezeichnet, hat breitere Blätter und eine weiße Rinde und wird in Brasilien »*Seringueira branca*« (*branca* = weiß) genannt. Sie findet sich namentlich in der unmittelbaren Umgebung der Flüsse.

Die andere Form, *f. angustifolia,* »*Seringueira preta*« (*preta* = schwarz) besitzt schmälere Blätter und eine schwarze, dickere, zartere Rinde. Der Stamm ist viel reicher verzweigt, er soll auch eine bedeutendere Höhe erreichen und den besten Kautschuk liefern.

Nach Huber (R. C. C. 10, 100) kommen aber auch Übergänge zwischen den beiden Formen vor und soll der verschiedenartige Wuchs und auch der verschieden große Kautschukgehalt dieser beiden

Formen zum Teil auf den verschiedenen Standort zurückzuführen sein. Übrigens zeigen auch unter gleichen Bedingungen erwachsene Bäume große Differenzen im Kautschukgehalt, und es wurden gleichartige Erfahrungen auch auf den Plantagen von *H. brasiliensis* gemacht.

Die in Ostasien in großer Menge angepflanzten *Hevea*-Bäume stammen jedenfalls zum größten Teile von Samen, die Wickham im Jahre 1876 nach Kew gesandt hat, von wo aus dann die aus ihnen gezüchteten Pflanzen nach den englischen Kolonien übergeführt wurden. Nach Cramer (R. R. I. 28) waren diese Samen zwischen dem Tapajos und Madeira von alten *Hevea*-Bäumen gesammelt. Es ist aber zweifelhaft, ob es sich dabei gerade um die beste Varietät von *H. brasiliensis* gehandelt hat.

Das Anzapfen der Bäume beginnt in Südamerika meist etwa im Juni, wenn der Wasserstand der weit über ihre Ufer hinausgetretenen Flüsse soweit gesunken ist, daß die Kautschukgebiete zugänglich werden und dauert an, bis im Dezember oder Januar das vordringende Hochwasser der Ernte ein Ende macht. Nach Ule (I, 32) muß aber auch außerhalb des Überschwemmungsgebietes die Kautschukgewinnung zur Regenzeit unterbrochen werden, weil das in die Auffangbecher laufende Regenwasser den Milchsaft verderben würde.

Die zur Kautschukgewinnung dienenden Ländereien müssen jetzt nach Ule (I, 25) von der Regierung erworben werden. Die Größe der vergebenen Waldpartien, die als »*Seringal*« (plur. *Seringuaes*) bezeichnet werden, schwanken zwischen wenigen und über 100 Quadratkilometern. Die Besitzer der Seringuaes sowie auch die von denselben angeworbenen Arbeiter werden als »*Seringueiros*« bezeichnet. Die Kautschukzapfer stammen im Süden des Amazonenstromes hauptsächlich aus dem nördlichen Plateau von Brasilien, in dem anhaltende Dürren die Einwohner vielfach zum Auswandern zwingen.

Die Arbeit des Kautschukzapfers besteht zunächst darin, sich in dem ihm zur Anzapfung überwiesenen Waldkomplex einen Weg (»*Estrada*«) zu bahnen, der die einzelnen darin enthaltenen Kautschukbäume miteinander verbindet. Jede *Estrada* berührt etwa 50—75 Bäume und wird, wenn möglich, so angelegt, daß sie wieder in der Nähe des Ausgangspunktes endigt. Hier hat auch der Zapfer seine Wohnstätte aufgeschlagen, in der zugleich die Verarbeitung des Kautschuks stattfindet. Um die Bäume nicht allzusehr zu erschöpfen, erhält jeder Seringueiro meist zwei Estradas, in denen dann abwechselnd gezapft wird, angewiesen.

Vor dem eigentlichen Zapfen werden die Bäume nach Lock (I, 20) mit einer langgestielten Axt in ihren höheren Teilen verwundet, »um den Milchsaft von den Wurzeln emporsteigen zu lassen«. In Wirklichkeit wird aber wohl die Bildung des Milchsaftes durch diese Wunden angereizt (vgl. A, IV, 1, a). Manche Autoren, so z. B. Preuße-Sperber (T. 1916, 206) geben übrigens auch an, daß die an den drei ersten Tagen ausfließende Milch von den Kautschukzapfern nicht eingesammelt wird.

Das Anzapfen der Bäume beginnt möglichst früh am Morgen, und zwar werden mit einer scharfen Axt am ersten Zapftage in geringer Entfernung von der Bodenfläche schräg verlaufende Wunden, deren Anzahl je nach der Dicke der Bäume schwankt, die aber etwa eine Handspanne voneinander entfernt sind, an den Bäumen angebracht. Der aus den Wunden ausfließende Milchsaft wird dann in meist aus Weißblech gefertigten Zapfbechern, die mit dem scharfen Rande in die Rinde des Baumes eingeschoben werden, aufgefangen. Nachdem in dieser Weise alle Bäume der Estrada angezapft sind, wird die in den Auffangbechern enthaltene Milch in großen Blechkannen eingesammelt und nach dem Lagerplatz des Seringueiros gebracht, wo die sofortige Verarbeitung stattfindet, damit vorher keine Fäulnis des Milchsaftes stattfinden kann.

Am folgenden Tage wird dann meist eine andere Estrada in der gleichen Weise angezapft, und erst am nächstfolgenden Tage werden wieder die Bäume der ersten Estrada in Angriff genommen, und zwar geschieht dies nun in der Weise, daß etwa 1 dm oberhalb der zuerst erzeugten wieder eine Horizontalreihe von neuen Wunden angebracht wird. In dieser

Weise wird das abwechselnde Anzapfen der beiden Estraden so lange fortgesetzt, bis der ganze vom Boden aus erreichbare Teil des Stammes angezapft ist, was im allgemeinen nach etwa 35 Zapfungen der Fall ist. Dann werden wieder von neuem von der Basis des Stammes beginnend neben den ursprünglichen Horizontalreihen neue Wunden an der Rinde angebracht.

Um nun aus dem eingesammelten Milchsaft den in den Handel kommenden Kautschuk zu gewinnen, wird in den brasilianischen Urwäldern ein im wesentlichen schon seit Jahrhunderten in der gleichen Weise angewandtes Räucherverfahren benutzt, wobei außer der zugleich zum Trocknen dienenden Wärme auch die in dem Rauch enthaltenen Gase wirksam sind. Zur Erzeugung des hierzu nötigen Rauches dient ein Feuer, das durch Verbrennen von mit den Kernen gewisser Palmen (*Attalea speciosa* Mart., *Maximiliana regia* Mart. und *Orbignya Martiana* Barb. Rdgr.) versetztem Holze gewonnen wird und mit einem tönernen, trichterförmigen Rauchfange bedeckt ist, so daß der Rauch in einem dicken Strom in die Höhe steigt. Um nun den Milchsaft in diesem Rauchkegel zu koagulieren und zu trocknen, benutzt der Seringueiro ein spatenförmiges Instrument, das aus einer an einem langen Stiel befestigten Holzscheibe besteht. Die Holzscheibe wird mit dem Milchsaft übergossen und dann mit dem anhaftenden Milchsafte in dem Rauchkegel so lange hin- und hergedreht, bis er vollständig koaguliert und genügend getrocknet ist. Dann wird die Scheibe wieder mit Milchsaft übergossen und dieser in gleicher Weise geräuchert. Diese Manipulationen werden dann solange fortgesetzt, bis alle an dem betreffenden Tage eingesammelte Milch verarbeitet ist. Der erhaltene Kautschukballen wird meist an den folgenden Tagen in der gleichen Weise vergrößert, und es wird nach Ule (I, 33) häufig das Produkt einer Woche zu einem Ballen vereinigt, der meist etwa 10—30 kg wiegt; zuweilen erreichen die Kautschukballen aber auch ein Gewicht von 50 kg. Haben die Ballen die gewünschte Größe erreicht, so wird mit einem scharfen Messer an der dem Stiel entgegengesetzten Seite ein Schnitt angebracht, so daß die im Inneren befindliche Scheibe hindurchgestoßen werden kann. Der Ballen muß dann noch einige Zeit der Luft ausgesetzt werden, da er noch zu viel Wasser enthält, das er langsam ausschwitzt.

Mit der nötigen Sorgfalt hergestellte Ballen sind infolge ihrer Bereitung aus zahlreichen, etwa ein Millimeter dicken Schichten zusammengesetzt und besitzen in den äußeren Teilen eine dunkelbraune Färbung, die nach innen zu in Bernsteingelb übergeht. Sie kommen als »*Borracha fina*« oder »*Para fin*« in den Handel. Enthält der Kautschukballen dagegen infolge von weniger sorgfältiger Bereitung breiige oder schwammige Stellen, so wird er als »*Borracha entrefina*« oder »*Para entrefin*« bezeichnet. Eine dritte Handelssorte wird aus der in den Gefäßen und am Baum koagulierten Masse gewonnen, die ohne vorherige Räucherung zusammengepreßt wird und als »*Negro-heads*« oder »*Sernambi*« in den Handel kommt.

Als durchschnittlicher Ertrag eines Baumes wird von Ule (I, 44) pro Tag etwa 20 g, und pro Jahr etwa 2 kg angegeben. Einzelne Bäume können aber an einem Tage 200 g und im Zapfjahr 12 kg liefern. Die Dauer der Ertragsfähigkeit schätzt Ule (I, 44) auf mindestens 20 Jahre.

Nach Ule (I, 43) kann man im Amazonenstromgebiet ungefähr mit 120 Arbeitstagen im Jahr rechnen. Dabei ergibt sich für die unteren Flußläufe im Durchschnitt eine tägliche Arbeitsleistung eines Seringueiros von etwa 2—3 kg Kautschuk, für das Jahr 300, höchstens 400 kg, für die besseren Seringuaes im Quellgebiet aber fast das Doppelte. In besonders guten Distrikten soll ein Seringueiro jedoch auch über 1000 kg Kautschuk gewinnen können.

Erwähnt sei übrigens noch, daß nach T. (1922, 202) in Para eine Fabrik errichtet wurde, in der dort einlaufender Kautschuk gewaschen und getrocknet wird. Diese vermag im Monat 300 t trockenen Kautschuk zu liefern. Durch die Reinigung und Trocknung sollen 15—25% an Frachtkosten erspart werden.

Auf den *Hevea*-Pflanzungen wird im allgemeinen mit dem Zapfen der Bäume begonnen, wenn deren

Stamm etwa 1 m über dem Erdboden einen Umfang von 45—50 cm besitzt, was unter günstigen Bedingungen in 4—5 Jahren erreicht wird. Die zur Anwendung kommenden Zapfmethoden stimmen mit denen der Seringueiros insofern überein, daß auch hier der größte Teil des aus den Wunden ausfließenden Milchsaftes in flüssiger Form aufgefangen und nach der Einsammlung weiter verarbeitet wird. Abweichend ist aber die Art der Verwundung, denn es wird jetzt fast allgemein die bereits A, IV, 1, a besprochene Schabmethode angewandt, stellenweise auch in Kombination mit der Stichmethode.

Über die Gestalt der bei der Schabmethode erzeugten Rinnen wurde bereits A, IV, 1, a berichtet. Erwähnt sei noch, daß man in Ostasien die Bäume früher ziemlich allgemein das ganze Jahr hindurch jeden Tag oder wenigstens einen um den anderen Tag anzapfte, bis in der vom Boden aus erreichbaren Höhe des Stammes die Rinde fast vollständig abgeschabt war, um dann nach einer Ruhepause die neugebildete Rinde wieder von neuem anzuzapfen.

In neuerer Zeit ist man aber mehrfach zu der Überzeugung gelangt, daß weniger häufige Zapfungen sich auf die Dauer als rentabler erweisen, und man verfährt z. B. vielfach in der Weise, daß man mit den einen oder mehrere Monate langen Zapfperioden, in denen die Bäume täglich angezapft werden, gleichlange Ruhepausen abwechseln läßt.

Die Anwendung der Schabmethode stellt nun allerdings an die Geschicklichkeit der Arbeiter größere Anforderungen als die anderen Methoden der Kautschukzapfung, und es wurde auch eine große Anzahl von verschiedenen Zapfinstrumenten konstruiert, mit denen an den anzuzapfenden Bäumen am ersten Zapftage die zur Leitung des Milchsaftes erforderliche Rinne angebracht und an den späteren Tagen das Abschaben der feinen Rindenstreifen ausgeführt wird. Hierbei ist namentlich darauf Wert zu legen, daß die betreffenden Instrumente einerseits ein möglichst schnelles Anzapfen der Bäume ermöglichen, andererseits ein zu tiefes Eindringen in die Rinde verhindern. Denn wenn durch das Zapfen das Kambium verletzt wird, so wird dadurch eine normale Regeneration der Rinde unmöglich gemacht. Es wird deshalb auch bei sorgfältigem Zapfen in der Weise verfahren, daß alle Schnitte etwa 2—3 mm von dem Kambium entfernt bleiben. Hierbei werden nun aber im allgemeinen gerade die jüngsten Milchgefäßzylinder, die den meisten Milchsaft austreten lassen, nicht angeschnitten, und man hat deshalb auch vielfach die Schabmethode mit der Stichmethode kombiniert, zuweilen auch diese allein bei der Kautschukgewinnung auf den Plantagen benutzt.

Zum Anbringen der Wunden verwendet man bei der Stichmethode mit messerartigen Vorsprüngen versehene Räder (»*Pricker*«) oder auch Instrumente, an denen sich neben- oder übereinander eine Anzahl von Messerchen befindet. Um das Auffangen des Milchsaftes zu ermöglichen, wird dann meist zunächst eine seichte Rinne in der Rinde angebracht, in die dann mit dem Pricker hineingestochen wird.

Wird die Stichmethode mit der Schabmethode kombiniert, so wird abwechselnd an dem einen Tage ein Rindenstreifen abgeschabt und an dem anderen mit dem Pricker in die durch das Schaben bloßgelegte Rinde hineingestochen. Im allgemeinen scheint aber jetzt die Stichmethode nur noch verhältnismäßig selten angewandt zu werden. Nach den bereits unter A, IV, 1, a erwähnten Beobachtungen von Simon erscheint diese Methode auch weniger empfehlenswert, weil sie die Regeneration der Rinde viel stärker beeinträchtigt als die Schabmethode.

Erwähnt sei noch, daß von Fickendey (A. R. 1921, 163) ein Verfahren patentiert wurde, nach dem durch Entfernen der Korkschicht in der unterhalb der Zapffläche gelegenen Partie des Stammes die Produktion des Milchsaftes durch Wundreiz stark gesteigert werden soll. Nach Versuchen von Maas (A. R. 1921, 159) soll aber auf diese Weise keine andauernde Steigerung der Produktion zu erhalten sein und die beobachtete Ertragssteigerung soll in erster Linie auf tieferes Einschneiden in die Rinde zurückzuführen sein.

Zum Auffangen des Milchsaftes werden meist kleine Gefäße aus Glas, Porzellan oder glasierter Ware

verwandt. Die früher ziemlich allgemein benutzten Becher aus verzinntem Eisenblech werden dagegen jetzt weniger benutzt, weil sie sich schwieriger rein halten lassen.

Von dem gewonnenen Milchsaft wird nun zwar ein Teil neuerdings direkt in flüssiger Form verschifft (s. unter A,IV,2). Der bei weitem größte Teil des Produkts gelangt aber doch auch jetzt noch in fester Form zur Verwendung, und es dienen zu diesem Zwecke verschiedene Aufbereitungsmethoden.

Zur Koagulation des Milchsaftes wird meist Essigsäure verwandt. Vor deren Zusatz wird der Milchsaft zur Entfernung etwaiger Verunreinigungen und des bereits vorher koagulierten Kautschuks durch feine Metall- oder Haarsiebe filtriert. Ferner ist es für die Güte des zu erhaltenden Kautschuks von großer Wichtigkeit, daß der Essigsäurezusatz genau reguliert wird, und es ist auch eine vollständige Gleichmäßigkeit des Produktes nur dadurch zu erreichen, daß der zu koagulierende Milchsaft immer die gleiche Konzentration besitzt. Es wird auch vielfach empfohlen, den Milchsaft vor dem Zusatz der Essigsäure soweit mit Wasser zu verdünnen, daß er nur etwa 15% Trockensubstanz enthält und dann etwa ½—1% Essigsäure zuzusetzen. Diese muß ferner beim Zusatz durch Umrühren des Milchsaftes gleichmäßig darin verteilt werden. Bei konzentrierterem Milchsaft und mit starkem Säurezusatz tritt die Koagulation nicht gleichmäßig ein, so daß es leicht zur Klumpenbildung kommen kann. Auch können die in dem Milchsaft enthaltenen Luftblasen nicht genügend schnell entweichen, was namentlich bei der Herstellung von Sheets von Nachteil sein kann. Auf der anderen Seite können aber auch bei zu langsamer Koagulation des Milchsaftes durch dessen Zersetzung Luftblasen erzeugt werden. Ein Überschuß von Essigsäure beeinträchtigt ferner die Eigenschaften des aus dem betreffenden Kautschuk bei der Vulkanisation gewonnenen Produktes. Da auch auf der gleichen Pflanzung die Konzentration des Milchsaftes je nach der Jahreszeit, dem Alter der Bäume und der Häufigkeit der Zapfungen bedeutende Schwankungen zeigt, wird diese vielfach jeden Tag festgestellt, wozu namentlich ein als »Metrolac« bezeichnetes Instrument benutzt wird.

Um Essigsäure zu sparen, kann man den Milchsaft auch mit dem vom vorigen Tag stammenden Serum koagulieren. Nach de Vries (A. R. 1921, 292) kann man auf diese Weise normalen Kautschuk erhalten, wenn man nach einigen Tagen wieder Essigsäure verwendet oder täglich etwas Bisulfit zusetzt.

Erwähnt sei an dieser Stelle auch der sogenannte Ilcken-Down-Prozeß, der auf der Annahme beruht, daß im Serum des Milchsaftes kautschukliefernde Substanzen enthalten sind, aus denen sich unter Mitwirkung von Enzymen Kautschuk bildet. Dieser Prozeß soll auch in dem aufgefangenen Milchsaft noch andauern, wenn dieser nach Zufügung einer das Enzym enthaltenden Flüssigkeit (Mixture A) einen Tag lang unter Luftabschluß gehalten wird. Sodann soll durch Zufügung der Mixture B das Koagulum gehärtet und auch der neugebildete Kautschuk (eventuell auch Eiweißstoffe u. dergl.) niedergeschlagen werden. Bei der Kreppbereitung soll ferner noch in den frisch gewalzten Kreppen durch Baden in schwefliger Säure der Farbstoff zerstört werden. Es sollen auf diese Weise die Erträge um 5 bis 10, zuweilen selbst 15% erhöht werden. Bei Versuchen von de Vries und Spoon (A. R. 1921, 204) ließ sich aber keine Zunahme des aus dem Milchsaft gewonnenen Rohkautschuks nachweisen. Auch wies das nach dieser Methode gewonnene Produkt gegenüber den nach anderen Methoden gewonnenen keine günstigeren Eigenschaften auf.

Von Sandmann wurden ferner Fluorwasserstoffsäure, die unter der Bezeichnung „Purub“ in den Handel gebracht wurde, sowie auch Kieselfluorwasserstoffsäure und deren Salze als Koagulationsmittel patentiert. Das Purub hat sich aber wegen seines hohen Preises und der mit dem Gebrauch der stark giftigen und ätzenden Säure verbundenen Unannehmlichkeiten nicht eingebürgert. In neuerer Zeit wurde von Edwardes (A. R. 1923, 202) darauf hingewiesen, daß speziell Natriumsilikofluorid ein billigeres Koagulationsmittel darstellt

als Essigsäure und die Felle gegen Verschimmeln schützt. Nach den von Stevens ausgeführten Untersuchungen vulkanisiert sich der mit diesem Salze hergestellte Kautschuk zwar um 10% langsamer als der mit Essigsäure gewonnene, liefert aber im übrigen ein normales Produkt.

Das von C. H. Boehringer Sohn zur Koagulation empfohlene Aluminiumlaktat liefert nach Spoon (A. R. 1922, 140) ein weniger gutes Produkt als Essigsäure.

Die weitere Behandlung des Kautschuks ist nun je nach der Form, in welcher der Kautschuk auf den Markt gebracht werden soll, verschieden. In den größeren Betrieben werden aber ziemlich allgemein bei der Verarbeitung des Kautschuks Waschwalzen benutzt, die ähnlich konstruiert sind wie die in den zur Herstellung der Kautschukwaren dienenden Fabriken zur Verwendung kommenden. In kleineren Betrieben werden diese mit der Hand betrieben, auf den größeren Plantagen bestehen aber Fabrikeinrichtungen, die mit 50 PS und mehr arbeiten.

Die eigentlichen Waschwalzen bestehen in der Hauptsache aus zwei von oben her mit Wasser bespülten Walzen, die mit ungleicher Geschwindigkeit rotieren, deren Entfernung ferner durch Verschiebung der einen Walze geändert werden kann. Zwischen diesen Walzen, die, um den Kautschuk besser zu fassen, mit verschiedenartig gestalteten Riefen versehen sind, wird der Kautschuk dünn ausgepreßt und infolge der ungleichmäßigen Rotationsgeschwindigkeit zerrissen, wobei die Verunreinigungen des Kautschuks ausgestoßen und durch das fortwährend zwischen den Walzen hinströmende Wasser fortgespült werden.

Außerdem kommen auch sogenannte Roller oder *„sheeter“* zur Verwendung, bei denen die meist glatten Walzen mit gleicher Geschwindigkeit rotieren. Durch diese wird entweder der größte Teil des in dem Milchsaft enthaltenen Serums ausgepreßt oder auch der zu feinen Lamellen ausgepreßte Kautschuk wieder zu dickeren Fellen zusammengepreßt.

Zum Zusammenpressen werden auch vielfach sogenannte Blockpressen benutzt, die in größeren Betrieben für hydraulischen Antrieb eingerichtet sind.

Je nach der Herstellungsart können nun namentlich folgende Arten von Rohkautschuk unterschieden werden: Biskuits, Felle (*„Sheets“*) Kreppe (*„Crêpes“*), Blöcke (*„Blocks“*) und „Scrap“.

a) Biskuits. Zu ihrer Herstellung wird der filtrierte Milchsaft in flache, meist kreisförmige Schalen, die eine Höhe von 5—10 cm haben, eingefüllt und in diesen durch unter fortwährendem Umrühren zugefügte Essigsäure koaguliert. Sehr bald beginnt dann eine Kontraktion der koagulierten Masse, wobei eine klare Flüssigkeit, die ganz frei von Kautschuk ist, ausgeschieden wird. Nach einigen Stunden erhält das Koagulat eine ausreichende Konsistenz, um aus den Schalen herausgenommen werden zu können. Die Kautschukfladen werden nun auf einem Tisch mit einer Holzwalze oder Flasche ausgepreßt und dann getrocknet. Sie besitzen eine rundliche Form. Die Herstellung von Biskuits kann aber nur für kleinere Betriebe, die über keine maschinellen Einrichtungen verfügen, in Betracht kommen.

b) Sheets. Bei der Herstellung von Sheets wird der Milchsaft, wie bei der von Biskuits, in flachen Behältern zur Koagulation gebracht. Man benutzt aber häufig größere Behälter, die nach dem Zusatz des Koagulationsmittels und gutem Umrühren durch entsprechende Einsätze in eine Anzahl von Abteilungen geteilt werden. Man erhält so eine Anzahl dünner Kuchen, die einzeln herausgenommen und ausgewalzt werden. Da nun aber bei diesem Auswalzen, auch wenn es unter reichlichem Zufluß von reinem Wasser geschieht, stets noch eine gewisse Menge von Serum und der zur Koagulation verwandten Essigsäure in den Fellen zurückbleibt, werden diese vielfach gleich nach dem Auspressen einige Stunden lang oder über Nacht in reinem Wasser ausgelaugt.

Um das auf einem Oxydationsprozeß beruhende Nachdunkeln der Sheets sowie das nachträgliche Schimmeln und das größtenteils durch Mikroorganismen bewirkte Fleckigwerden der Felle zu verhindern, werden die Felle auch vielfach

in verschiedenen Lösungen gebadet. Zu diesem Zwecke wurde namentlich Natriumsulfit empfohlen. Dieses Salz wird auch sehr oft direkt dem Koagulationsmittel zugesetzt, etwa 1 Teil auf 500—1000 Teile Milchsaft. Nach Bancroft (B. Str. 16, 26) wird auch durch Baden in Formalin eine fungizide Wirkung ausgeübt.

Von van Heurn (A. R. 1921, 74) wird empfohlen, Felle, auf denen sich Schimmel zeigt, mit einem feuchten Tuche zu reinigen und dann für kurze Zeit in eine Lösung von 1 Teil Formalin des Handels auf 15 Teile Wasser zu tauchen. Ein Baden in Kalziumpermanganatlösung hat dagegen bei Versuchen von Arens (B. Str. 5, 1) keine günstigen Resultate ergeben.

Um die Sheets sofort nach der Bereitung von der Luft möglichst abzuschließen, wird auch empfohlen, sie während des Badens durch Bedecken mit Glasplatten vollständig zum Untertauchen zu bringen. Jedenfalls ist es aber empfehlenswert, alle mit dem Milchsaft oder feuchten Kautschuk in Berührung kommenden Gefäße, Maschinenteile usw. möglichst sauber zu halten.

Um die Gefahr der Infektion zu vermindern und das Trocknen des Kautschuks zu befördern, ist es auch zweckmäßig, den Fellen keine zu große, etwa 3 mm überschreitende Dicke zu geben. Bis zu einem gewissen Grade wird übrigens das Schimmeln des Kautschuks auch durch Räuchern (s. u.) verhindert.

Die fertigen Felle werden durch Beschneiden auf eine gleichmäßige, meist rechteckige Form gebracht und besitzen, da bei ihrer Herstellung kein Zerreißen stattgefunden hat, eine gleichmäßige Dicke und eine glatte Oberfläche. Die gut bereiteten Felle sind ferner bei sorgfältiger Herstellung nach dem Trocknen vollständig homogen und durchscheinend.

c) Crêpes. Der zur Herstellung von Crêpes dienende Milchsaft wird meist in großen Behältern, z. B. in zementierten, mit glasierten Wänden versehenen Tanks, koaguliert. Das Koagulat wird in Waschwalzen wiederholt bearbeitet und schließlich zu dünnen Lamellen ausgepreßt, die schnell vollständig getrocknet werden können. Nach dem Trocknen werden sie meist zu etwas dickeren Kreppen zusammengewalzt. Diese unterscheiden sich aber von den Sheets durch ihre ungleichmäßige Dicke und ihre unebene Oberfläche. Kreppe, die nach dem Trocknen zu sehr dicken Platten zusammengewalzt sind, kommen unter der Bezeichnung »*Ceylon blanket crêpe*« in den Handel.

d) Blöcke (»block rubber«) werden durch Zusammenpressen von getrockneten Kautschukfellen oder Kreppen gewonnen. Sie sind zwar handlicher bei der Versendung, haben aber den Nachteil, daß sie in den Kautschukfabriken doch erst wieder in kleinere Stücke zerschnitten werden müssen, und daß in diesen, namentlich wenn sie größere Dimension besitzen, Verunreinigungen u. dgl. schwer wahrgenommen werden können.

e) »Scrap rubber« wird nicht aus dem aufgefangenen Milchsaft gewonnen, sondern stammt namentlich aus dem von der Rinde oder auch am Erdboden eingesammelten Kautschuk und dem bereits in den Auffangbechern oder in den Sammelgefäßen koagulierten Milchsaft, zum Teil auch aus beim Anzapfen der Bäume abgeschabten Rindenstreifen. Er wird entweder direkt getrocknet oder auch vorher mehr oder weniger gründlich gewaschen. Er steht stets geringer im Wert als der aus reinem Milchsaft gewonnene Kautschuk.

Nach de Vries (A. R. 1921, 186) werden in Malaya aus dem *Scrap rubber*, sowie auch aus sonstigen minderwertigen Abfällen von Fellen oder Kreppen, in fabrikmäßigen Betrieben dicke Felle hergestellt, die unter der Bezeichnung »*Singapore blankets*« in verschiedenen Typen in den Handel gebracht werden und infolge ihrer guten Sortierung in Amerika verhältnismäßig gute Preise erzielen sollen.

Außerdem werden neuerdings noch verschiedene andere Methoden bei der Kautschukbearbeitung verwandt, die im folgenden kurz beschrieben werden mögen.

f) »Slabrubber«. In Niederländisch-Indien wird unter der Bezeichnung »*slabrubber*« oder »*koekrubber*« ein noch verhältnismäßig feuchter Kautschuk in

den Handel gebracht. Zu seiner Herstellung wird der Milchsaft durch Essigsäure oder auch einfach durch Stehenlassen an der Luft zur Koagulation gebracht und das Koagulat nur wenig ausgerollt oder geknetet und in Kuchen von ½—1 Zoll Dicke mit einem Wassergehalt von 10—25% verschickt. Der so hergestellte Kautschuk soll sich besonders schnell vulkanisieren lassen. Nach de Vries (A. R. 1923, 147) wurden in Java im Jahre 1922 25 t slabrubber hergestellt.

g) Sprayed rubber. Seine Herstellung beruht auf dem von Krause erfundenen Verfahren, das von van Iterson besonders auch für die Verarbeitung von Kautschukmilch ausprobiert wurde, in Indien aber als Hopkinson-Prozeß bezeichnet wird. Nach demselben läßt man den Milchsaft auf eine schnell rotierende Scheibe ausfließen, die sich an der Decke eines künstlich erwärmten Raumes befindet. Der Milchsaft wird durch die Zentrifugalkraft in kleinste Teilchen zu einer Art Nebel verstäubt, und unter Einwirkung eines heißen Luftstromes von bestimmter Temperatur werden die Kautschukpartikelchen ausgeschieden und getrocknet und fallen in Flocken auf den Boden. Durch entsprechende Einstellung der Geschwindigkeit der elektrisch betriebenen Scheibe kann man die Größe der verstäubten Latexteilchen regulieren. Der so gewonnene Kautschuk soll höchsten Anforderungen entsprechen. Außerdem ist die Möglichkeit gegeben, während der Verstäubung schon dem Milchsaft diejenigen Substanzen zuzuführen, die zur Vulkanisierung erforderlich sind, wie Schwefel und die sogenannten »Beschleuniger«, wodurch eine innigere Vermischung dieser Substanzen mit dem Kautschuk stattfindet, als bei dem Zusatz zu trockenem Kautschuk.

Erwähnt sei schließlich, daß man auch versucht hat, den Kautschuk aus dem Milchsaft nach einem dem brasilianischen nachgebildeten Verfahren zu gewinnen, indem man ihn in einem raucherfüllten Raume in dünner Schicht über rotierende Walzen fließen ließ, sowie auch durch Zentrifugieren. Diese Methoden sind aber, soweit mir bekannt, in größeren Betrieben bisher noch nicht angewandt.

Bei dem Trocknen des Kautschuks muß vor allem dafür gesorgt werden, daß der Kautschuk nicht längere Zeit von dem direkten Sonnenlicht getroffen wird, da er hierdurch schnell klebrig und damit sehr minderwertig würde. Auch stärkere Erwärmung ist zu vermeiden. Die zu trocknenden Felle oder Kreppe werden deshalb zweckmäßig in dunklen, aber gut ventilierten Räumen aufgehängt. In größeren Betrieben werden hierzu auch Vakuum-Trockenapparate benutzt, die auf 32° C erwärmt werden.

Nach de Vries (A. R. 1923, 473) ist in den Trockenhäusern auch besonders darauf zu achten, daß die kalte und feuchte Nachtluft nicht in sie eindringen kann. Diese kann namentlich bei Kreppkautschuk durch abwechselndes Feucht- und Trockenwerden die Entstehung eines weißen Belags (»Verwitterung«) bewirken.

Ferner sei an dieser Stelle erwähnt, daß die Kreppe oder Sheets auch sehr häufig beim Trocknen geräuchert werden, indem der durch Verbrennen von frischem Holz oder Kokosschalen erzeugte Rauch in die Trockenhäuser eingeleitet wird. Der so behandelte Kautschuk kommt unter der Bezeichnung »*Smoked Sheets*« bezw. »*Smoked Crêpes*« in den Handel. Die inneren Eigenschaften des Kautschuks werden nach Ultée (A. R. 1923, 60) durch das Räuchern nicht in nennenswerter Weise verändert. Höchstens wird bei längerem Räuchern die Vulkanisationszeit etwas verlängert. Die Gefahr der Schimmelbildung wird durch das Räuchern vermindert, aber nicht ganz beseitigt.

Plantagenkautschuk erster Qualität verliert beim Aufbewahren in den Tropen, wenn er in Kisten verpackt ist, nach de Vries (A. R. 1921, 130) nicht an Wert. Minderwertiger Kautschuk kann aber eine Verschlechterung der Qualität zeigen.

116. *Hevea collina* Hub. »Itaúbá«. Wächst nach Ule (N. B. 3, 114) auf dem das Überschwemmungsgebiet begleitenden festen Lande und liefert brauchbaren Kautschuk zweiter Qualität.

117. *H. confusa* Hemsl. Britisch Guayana. Ist nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 58) in Britisch-Guayana

sehr häufig, liefert aber nur wenig Kautschuk, dessen physikalische Eigenschaften als mangelhaft bezeichnet werden. Eine Analyse ergab 92,3% Reinkautschuk, 1,8% Harz und 4,9% Protein.

118. *Hevea discolor* Müll. Arg. Nach Ule (I, 10) stammt von ihr der größte Teil des Kautschuks, der an den linken Nebenflüssen des Amazonenstromes, die wie der Rio Negro und Japura schwarzes Wasser führen, gesammelt wird. Nach Ule (I, 41) wurde derselbe früher höher bewertet als der von *H. brasiliensis*. Die Verminderung des Wertes soll darauf zurückzuführen sein, daß die Indianer jetzt den aufgefangenen Milchsaft, um eine schnellere Koagulation zu erhalten, mit dem Extrakt einer Schlingpflanze mischen.

119. *H. Duckei*. Hub. Rio Negro. Liefert nach T. (1915, 632) Kautschuk.

120. *H. Foxii* Hub. Bolivien. »*Ituri*«, »*Jeserai*«. Wurde nach T. (1912, 158) am Rio Putumayo nachgewiesen und soll 75% von dem dort gewonnenen Kautschuk liefern.

121. *H. glabrescens* Hub. Kommt nach T. (1914, 168) ebenfalls am Rio Putumayo vor und liefert guten Kautschuk.

122. *H. guayanensis* Aublet. Guayana, Nordbrasilien. Der Kautschuk scheint nach Huber (R. C. C. 1902, 102) weniger geschätzt zu werden als der von *H. brasiliensis*. Die Rinde ist auch härter und weniger dick als die von der genannten Art. Der weniger reichlich fließende Milchsaft besitzt eine gelbliche Färbung.

123. *Hevea lutea* Müll. Arg. var. *cuneata* Huber, nach Huber (R. C. C. 1901, 135) in den überschwemmungsfreien, aber regnerischen Gegenden. Der Milchsaft ist gelblich, liefert Kautschuk von guter Qualität. Nach Ule (I, 9) stellt diese Varietät höchstwahrscheinlich eine neue Art dar. Sie wird wegen der mehr roten Rinde als »*Seringueira vermelha*«, außerdem aber auch als »*Itaïbá*« bezeichnet. In Peru wird sie »*Jeve debil*« genannt. Sie steht an Ertrag der *H. brasiliensis* nach und liefert Kautschuk von zweiter Qualität, der an der schwarzen, beim Durchschneiden gelben Farbe und der geringeren Elastizität zu erkennen ist.

124. *Hevea microphylla* Ule, »*Tambaqui seringa*«, kommt nach Ule (I, 10) häufig in den Kautschukwäldern am Rio Negro vor, gibt wenig, aber zur Kautschukgewinnung geeignete Milch. Vielleicht sind zwei als »*Barriguda*« und »*Sarapo*« bezeichnete Kautschukarten, von denen die erstere mehr Milch geben soll, als Varietäten von *Hevea microphylla* zu betrachten.

125. *Hevea nigra* Ule, nach Ule (I, 91) am Juruá Miry an sumpfigen Stellen des überschwemmungsfreien Waldes vorkommend, liefert einen sehr minderwertigen Kautschuk.

126. *Hevea paludosa* Ule, nach Ule (I, 9) in sumpfigen Gegenden bei Iquitos vorkommend, hat für die Kautschukgewinnung wenig Bedeutung.

127. *Hevea pauciflora* Müll. Arg. nach Ule (I, 12), bei Manaos im Überschwemmungsgebiet und an sumpfigen Stellen. Liefert minderwertigen Kautschuk. Nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 58) kommt die gleiche Art auch in Britisch-Guayana vor, liefert dort aber keinen marktfähigen Kautschuk.

128. *H. rigidifolia* Müll., Arg. Nordbrasilien. Liefert nach Jumelle (I, 1302) minderwertigen Kautschuk.

129. *Hevea Spruceana* Müll. Arg. »*Seringueira barriguda*« (d. h. ohne Kautschukwert), ausgezeichnet durch den am Grunde angeschwollenen Stamm. Sie findet sich nach Huber (R. C. C. 1902, 102) namentlich im Süden des Amazonenstromes, weniger im Norden. Nach Ule (I, 8) kommt sie oft mit *H. brasiliensis* zusammen vor, zuweilen aber auch an unfruchtbaren Stellen allein. Der von ihr gewonnene Milchsaft liefert ein sehr minderwertiges Produkt. Derselbe wird zuweilen mit dem von *H. brasiliensis* vermischt, wodurch die Güte des daraus gewonnenen Kautschuks stark herabgesetzt wird.

130. *Hevea viridis* Hub. »*Puca siringa*«. Wurde nach Huber (R. C. C. 1902, 104) zwischen dem Ucayali und dem Huallaga aufgefunden, wo sie innerhalb der Überschwemmungszone wächst. Sie gibt sehr minderwertigen Kautschuk.

131. *Hevea sp.* »*Orelhadaonça*«. Kommt nach Ule (I, 10) auf dem überschwemmungsfreien Gebiet vor. Sie hat für die Kautschukgewinnung keine Bedeutung.

132. *Hevea sp.* nach Ule (I, 12) vielleicht eine Varietät von *Hevea discolor*, am Rio Negro, liefert guten Kautschuk.

133. *Hevea sp.* nach Ule (I, 12) bei Manaos im feuchten oder sumpfigen Walde des überschwemmungsfreien Gebietes. Als Kautschukproduzent von geringer Bedeutung.

134. *Jatropha cardiophylla* Müll. Arg., Mexiko. Die trockenen Stengel enthalten nach Hall und Long (I, 41) 3% Reinkautschuk.

135. *Mabea Piriri* Aubl., Guayana. Liefert nach Duchesne (I, 305) Kautschuk.

136. *Macaranga Reineckei* Pax., Samoa, »*Mamalava*«. Liefert nach Mannich (T. 1901, 233) eine guttaperchaähnliche Masse, deren Verwendbarkeit aber zweifelhaft ist.

137. *Manihot dichotoma* Ule, »*Maniçoba de Jequié*« oder *Jequié-Kautschuk.* Sie findet sich nach Ule (I, 17) im Südosten des Staates Bahia in der Nähe des Städtchens Jequié in der sogenannten Catingaformation, die sich durch in der Trockenzeit Laub abwerfende Bäume von selten über 15 m Höhe auszeichnet, namentlich auf rotem, lehmigem Boden. Der Regenfall beträgt dort nach Railton (T. L. 1902, 6) jährlich etwa 800 mm. Er ist aber fast ganz auf 3 Monate beschränkt. Die Kautschukgewinnung von den wilden Beständen geschieht nach Ule (I, 80) in folgender Weise: Man ritzt die stärkeren Bäumchen in Form einer Schlangenlinie mit einem an der Spitze gekrümmten oder abgestutzten Messer. Zuweilen bringt man dem Baume auch einen senkrechten Schnitt, oft mit einigen Seitenschnitten, eine Art Grätenschnitt, bei. Am unteren Ende wird ein Blechbecher in die Rinde gedrückt, der die Milch auffängt. Aus diesen Bechern wird dann die Milch in größere Gefäße gefüllt und beginnt hierbei zu gerinnen. Bei sorgfältiger Ausführung der Schnitte vernarben die Wunden in einiger Zeit, und der Baum kann von neuem angezapft werden, so daß von einem Baume dreimal, unter günstigen Bedingungen bis zehnmal im Jahre Kautschuk gewonnen werden kann. Oft sollen allerdings die Bäume mit wenig Sorgfalt und mit ungeeigneten Werkzeugen angezapft werden, so daß das Holz bloßgelegt wird. Es soll dann sehr schnell Stammfäulnis eintreten und der Baum absterben.

Railton (T. L. 1902, 6) erhielt bei im Jequié-Bezirk ausgeführten Zapfversuchen die besten Resultate bei Anbringung von V-Schnitten, die etwa 17,5 cm übereinander lagen. Er legt aber Wert darauf, daß die beiden Rinnen eines jeden V sich am unteren Ende nicht berühren, sondern mindestens 2½ cm voneinander entfernt bleiben, weil sonst die in der Spitze zurückbleibende Rinde leicht abstirbt und dies Absterben sich schließlich über den ganzen Baum ausdehnen soll. Bei den späteren Zapfungen hat sich ein Abschaben von dünnen Rindenstreifen, das bei der Anzapfung des *Hevea*-Plantagenkautschuks Verwendung findet, weniger bewährt, als in die zwischenliegende Rinde wieder neue Rinnen einzuschneiden. Ich habe mich übrigens in Amani davon überzeugen können, daß *M. dichotoma* auch nach der Lewamethode (s.u.138) angezapft werden kann, und daß dabei auch die gleichen Koagulationsmittel Verwendung finden können.

Nach den in Deutsch-Ostafrika an verschiedenartigen Standorten gemachten Erfahrungen wächst *M. dichotoma* unter den gleichen Bedingungen stets erheblich langsamer als *M. Glaziovii,* und man wird auch wohl allgemein bei dieser Art erst später mit dem Zapfen beginnen können. Außerdem ist mir (I, 258) wiederholt aufgefallen, daß der Kautschuk von *M. dichotoma* besonders leicht klebrig wird.

138. *Manihot Glaziovii* Müll. Arg. Diese Art wurde von dem französischen Botaniker Dr. Glaziov entdeckt. Sie ist nach Ule (I, 16) einheimisch in den Staaten Ceará, Rio Grande do Norte und Parahyba und wird, weil der von ihnen stammende Kautschuk hauptsächlich von Ceará aus in den Handel gebracht wird, meist als »*Ceará*-Kautschuk« oder auch als »*Maniçoba Ceará*« bezeichnet. Die Bäume sollen in ihrer Heimat eine Höhe bis zu 15 m erreichen können, mit einem Stammumfang bis zu 1½ m. Die Stämme haben mit denen von Kirschbäumen eine gewisse Ähnlichkeit. Ihre Oberfläche ist anfangs glatt; später wird aber die die Stämme bedeckende Korkschicht gesprengt, und es

krümmen sich dann einzelne Lamellen von der Rinde ab. An dem Wurzelsysteme befinden sich, wie bei dem verwandten Maniok (*Manihot utilissima*), zahlreiche knollige Verdickungen, die aber sehr wasserreich sind und nur wenig Milchsaft enthalten. Die Blattfläche ist meist 5—7zählig handförmig geteilt und über den Blattstiel hinaus schildförmig vorgezogen. In der Trockenzeit werden die Blätter abgeworfen. Die eingeschlechtigen Blüten sind zu lockeren, endständigen Rispen vereinigt. Die an deren Basis befindlichen weiblichen Blüten kommen zuerst zur Entwicklung, während die männlichen sich meist erst öffnen, wenn die weiblichen bereits längst verblüht sind. Die Frucht stellt eine dreifächerige, annähernd kugelige Kapsel dar mit einem Durchmesser von etwa 20 mm. In jedem Fach ist ein Samen enthalten. Nach der Reife zerfällt die Wandung der Kapsel in 6 Teile, die sich beim Austrocknen plötzlich voneinander und von der am Baum verbleibenden Mittelsäule loslösen und nach außen krümmen. Die Samen samt den Kapselfächern können hierdurch auf beträchtliche Entfernungen fortgeschleudert werden. Die dunkel marmorierten Samen sind etwas abgeflacht, etwa 12 mm lang und 3 mm breit, an dem einen etwas zugespitzten Ende mit einer herzförmigen Karunkula versehen. Sie sind von einer ziemlich dicken, harten Samenschale umhüllt und enthalten ein ölreiches Endosperm.

In dem Staate Ceará findet sich *M. Glaziovii* nach Biffen (K. B. 1898, 14) sowohl in den in der Nähe der Küste gelegenen Steppen mit einem jährlichen Regenfall von 1250 mm als auch im Gebirge in einer Meereshöhe bis zu 1100 m mit einem jährlichen Regenfall von über 2½ m. Charakteristisch ist aber für die betreffenden Gegenden, daß eine scharfe Scheidung zwischen Regen- und Trockenzeit vorhanden ist. Die Regenzeit dauert nach Chapel (I, 137) in Ceará von Februar bis Juni. Die von Juli bis Februar währende Trockenzeit soll zuweilen ganz ohne Regen sein. Der Boden, auf dem *M. Glaziovii* wild wächst, scheint im allgemeinen nicht besonders fruchtbar zu sein. Nach Biffen (K. B. 1898, 14) soll sie in Ceará wenigstens häufig auf einem von Granitfelsen durchsetzten Boden vorkommen und nach Chapel (I, 136) noch auf einem steinigen Boden gedeihen, auf dem weder Unkraut, noch Farne, noch Moose fortkommen.

Der Milchsaft von *M. Glaziovii* liefert im Durchschnitt etwa 20% Rohkautschuk. Er ist verhältnismäßig reich an proteinartigen Verbindungen und geht infolgedessen leicht in Fäulnis über. Dies gilt auch für den feucht aufbewahrten Kautschuk, der dadurch einen höchst unangenehmen Geruch erhalten kann.

Bei wiederholtem Anzapfen mit kurzen Zwischenräumen nimmt die Menge des aus den Wunden austretenden Milchsaftes in den ersten Tagen, wie bei *Hevea brasiliensis*, meist etwas zu, um dann lange Zeit annähernd konstant zu bleiben (Zimmermann I, 141).

Von den Eingeborenen in Brasilien werden nach Moulay (I, 24) drei verschiedene Methoden zur Kautschukgewinnung angewandt.

Nach der ersten wird zunächst der Boden in der Umgebung des Stammes von allem Unkraut, Laub u. dgl. gereinigt, dann wird etwa 10 cm über dem Erdboden ein etwa 10 cm langer und 7 cm breiter Streifen aus der Rinde herausgeschnitten. Der aus dieser Wunde austretende Milchsaft fließt teils auf den Boden, teils koaguliert er in der Wunde und auf der Rinde. Auf dem Boden wird er durch Verdunstung zur Koagulation gebracht und dadurch, daß das Serum, in dem die Kautschukkügelchen suspendiert waren, in den Boden eindringt. Der am nächsten oder übernächsten Tage eingesammelte Kautschuk ist naturgemäß immer mit Sand u. dgl. verunreinigt. Der am Baum allein durch Verdunstung koagulierte ist zwar reiner, soll aber infolge des darin enthaltenen eiweißreichen Serums mehr oder weniger stark in Fäulnis übergehen. Nach dem Abnehmen des Kautschuks tritt wieder von neuem Milchsaft aus. Durch Abschaben der Wundfläche kann der Ausfluß noch bedeutend vermehrt werden. Schon nach 30maligem Zapfen kann aber der Baum stark leiden.

Nach der zweiten Methode, die als »*procédé du choro*« (»Tränenmethode«) bezeichnet wird, wird zunächst auf der

Hälfte des Stammumfanges die Rinde gereinigt, dann werden nebeneinander 4—5 etwa 10 cm lange vertikale Einschnitte in dieselbe gemacht. Der austretende Milchsaft koaguliert zum Teil auf der Rinde »in Tränen«, teils fällt er auf den Boden und wird dort auch eingesammelt. Nach 2 Tagen ist er hinreichend trocken, so daß er in Bändern abgewickelt werden kann. Nach der Abnahme des Kautschuks werden gleichartige Einschnitte unterhalb der zuerst gemachten in der Rinde angebracht, und es wird in dieser Weise fortgefahren, bis die Basis des Stammes erreicht ist. Im folgenden Jahre wird der Stamm dann an der anderen Seite angezapft.

Die dritte Methode stimmt im wesentlichen mit der bei *Hevea brasiliensis* von den Eingeborenen Brasiliens verwandten überein. Nach dieser werden zunächst mit Hilfe eines kleinen Beiles, dessen Schneide eine Länge von nur etwa 3½ cm besitzt, zwei nach Art eines V angeordnete Wunden in die Rinde gemacht. Diese sollen sich aber nicht berühren, sondern so orientiert werden, daß der Abstand der beiden Schnitte am Grunde etwa 2 cm beträgt, weil dann die Wunden besser vernarben und nicht so leicht von Insekten angegriffen werden sollen. Beim Herausziehen des Beiles soll dieses etwas nach oben gebogen werden, um so eine Rinne zu erzeugen, in der der Milchsaft herabfließen kann. Zum Auffangen des Saftes dienen kleine Metallbecher, deren Rand in die Rinde hineingeschoben wird. Nach 1—2 Stunden ist der Milchsafterguß beendet, so daß die Einsammlung stattfinden kann. Je nach der Dicke des Baumes werden an jedem Baume 1—3 Paare von solchen Einschnitten angebracht. Ein Arbeiter, unterstützt von einem Knaben, soll in dieser Weise in einem Tage 500—600 Bäume anzapfen können. Während nun am ersten Tage die Bäume möglichst hoch am Stamme verwundet werden, werden am folgenden Tage etwa 5 cm tiefer gleichartige Schnitte an der Rinde angebracht, und es wird so fortgefahren, bis die Basis des Stammes erreicht ist. Der Baum kann so etwa 50mal angezapft werden. Nach je 10 Tagen soll aber ein Zwischenraum von 10 Tagen eingehalten werden. Als Übelstand dieser Methode wird angegeben, daß sie in der Regenzeit nicht anzuwenden ist, weil dann der Milchsaft am Stamm herabfließt.

Die zuletzt beschriebene Methode soll nach Ule (I, 92) jetzt auch auf allen *Manihot*-Pflanzungen Brasiliens, auf denen ein intensiver Betrieb herrscht, angewandt werden. Ein Mann soll im Staate Ceará auf den im Gebirge gelegenen Pflanzungen 100—200 Bäume anzapfen können und dabei 2—10 kg Milchsaft erhalten. 3 kg Milchsaft sollen ferner 1 kg trockenen Rohkautschuk liefern. Das Alter der betreffenden Bäume und die Zahl der Zapfungen im Jahr wird von Ule leider nicht angegeben. Bei einigermaßen jungen Bäumen dürfte sich diese Methode aber wohl sicher nicht lohnen, und auch bei älteren dürften andere den Vorzug verdienen.

Zur Verarbeitung des aufgefangenen Milchsaftes wurde von Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 55) das bei *Hevea* übliche Räucherverfahren empfohlen. Dasselbe soll auch in Ceará mit Erfolg versucht sein, bei den dortigen Eingeborenen aber wenig Anklang gefunden haben.

Nach d'Almeida (I, 21) unterscheidet man in Brasilien drei verschiedene Arten von Kautschuk:

a) »*Borracha fina*« oder »*Borracha defumado*« wird aus dem aufgefangenen Milchsaft nach der Räuchermethode gewonnen.

b) »*Sernamby*« stammt von dem bereits in den Auffangbechern koagulierten Kautschuk.

c) »*Choro*« wird von dem auf der Rinde koagulierten Kautschuk geliefert.

Nach Furniss (J. A. T. 1905, 72) wurde in Bahia ausgezeichneter bernsteinfarbiger Kautschuk auf den Markt gebracht, der in der Weise gewonnen wurde, daß der aufgefangene Milchsaft in flachen Schalen koaguliert, dann sofort gepreßt und einige Tage lang getrocknet wurde. Nach Ule (T. 1912, 92) besteht in Ceará eine Fabrik zum Reinigen von aufgekauftem Kautschuk und weniger reinen Lamellen.

Auf den Anpflanzungen von *Manihot Glaziovii* hat man mehrfach versucht, die auf den ostasiatischen *Hevea*-Pflanzungen ausgebildeten Metho-

den in Anwendung zu bringen. Dies wird aber dadurch sehr erschwert, daß die Rinde von *Manihot Glaziovii* viel härter ist als die von *Hevea,* und daß es infolgedessen schwer gelingt, feine Schnitte abzuschaben. Ferner ist auch der Milchsaft von *Manihot Glaziovii* weniger flüssig, so daß doch immer ein großer Prozentsatz des Milchsaftes am Baume haften bleibt. Bei zahlreichen von mir (I, 166) ausgeführten Zapfversuchen hat sich denn auch diese Methode nicht bewährt. Auch die von Sandman besonders für *Hevea* empfohlene Kelway-Bamber'sche Methode hat sich in Deutsch-Ostafrika nicht einbürgern können (vgl. Zimmermann I, 207). Ob nun aber diese Methode vielleicht bei sehr alten, nicht durch unrationelles Zapfen allzusehr verletzten Stämmen bessere Resultate liefern würde, sei dahingestellt.

In Deutsch-Ostafrika wurde fast ausschließlich die von E. Köhler, dem langjährigen Leiter der Pflanzung Lewa, erdachte Methode, die gewöhnlich als Lewamethode bezeichnet wird, angewandt. Nach dieser wird zunächst die Rinde mit dem zur Koagulation des Milchsaftes dienenden Stoffe bestrichen. Dann wird der obere Teil der bestrichenen Fläche mit kleinen Einschnitten oder Stichen verwundet, wodurch das Austreten des Milchsaftes bewirkt wird. Dieser wird dann beim Herabfließen auf der mit dem Koagulationsmittel befeuchteten Rinde zu Bändern koaguliert, die in kurzer Zeit von dem Baume abgewickelt werden können. Eine ausführliche Beschreibung dieser Methode habe ich (I, 181) auf Grund von eigenen Versuchen gegeben. Ich bemerke an dieser Stelle nur, daß zur Koagulation des Milchsaftes zunächst der Saft von wilden Orangen oder Zitronen verwandt wurde. Später wurden für diesen Zweck außerdem namentlich Essigsäure, Karbolsäure und Gemische von diesen beiden Stoffen, sowie Chlorkalzium benutzt. Eine beschränktere Anwendung fanden Extrakte aus den Früchten des Affenbrotbaumes oder der Tamarinden. Die in der Rinde angebrachten Schnitte besitzen eine Breite von etwa 1 cm und verlaufen am zweckmäßigsten horizontal. Je nach der Größe des Baumes werden mit denselben mehr oder weniger zahlreiche Flächen, die eine Breite von etwa 5—10 cm und eine Länge von etwa 30—40 cm besitzen und ungefähr gleichmäßig über den Stamm und die dickeren Zweige verteilt sind, angezapft. Der koagulierte Kautschuk läßt sich, solange er noch nicht eingetrocknet ist, leicht von der Rinde ablösen und wird meist zu mehr oder weniger großen Bällen aufgewickelt, die entweder nach vorherigem Trocknen direkt in den Handel gebracht oder vorher noch gereinigt werden. Vielfach wurden auch die Kautschukstreifen um Holzstäbe von etwa ½ m Länge und 5—6 cm Dicke oder um Holzkugeln von etwa 5—6 cm Durchmesser aufgewickelt. Der von diesen abgeschnittene Kautschuk läßt sich leicht in einzelne Platten zerlegen, die vielfach unter der Waschwalze noch etwas ausgewalzt und gereinigt wurden.

In Deutsch-Ostafrika wurden nicht selten schon einjährige Bäume angezapft, und es ist auch der Harzgehalt des von jungen Bäumen gewonnenen Kautschuks nicht sehr bedeutend. Schellman (P. 1906, 12) fand wenigstens in einer von einem 13 Monate alten Baume gewonnenen Probe als Verhältnis zwischen Harz und Kautschuk 12,1 zu 100. Dahingegen ist es nun aber nicht unwahrscheinlich, daß der von jungen Bäumen stammende Kautschuk bei der Vulkanisierung weniger gute Produkte liefert als der von alten Bäumen. In den meisten anderen Ländern wird denn auch gewöhnlich erst im 4.—6. Jahre mit dem Zapfen begonnen.

Außerdem wurden die Bäume in Deutsch-Ostafrika auch oft durch allzu häufiges Anzapfen geschwächt. Nicht selten wurden schon die jungen Bäume täglich oder jeden zweiten Tag angezapft. Immerhin vertragen aber die älteren Bäume von *M. Glaziovii* das oft wiederholte Anzapfen eben so gut wie die von *Hevea brasiliensis.* In den späteren Jahren wird aber *M. Glaziovii* in der Größe der Erträge von *Hevea brasiliensis,* bei der auch die Einsammlungskosten geringer sind, übertroffen, und es kann auch der Anbau von *M. Glaziovii* nur für solche Gegenden in Frage kommen, die wegen ungünstiger Bedingungen, namentlich wegen

ungenügenden Regenfalls, für den Anbau von *Hevea* nicht geeignet sind. Nachdem nun aber *Hevea* infolge der ungeheuren Ausdehnung der ostasiatischen Plantagen den Kautschukpreis auf dem Weltmarkte vollständig beherrscht, dürfte sich der Anbau des Ceará-Kautschuks höchstens noch in solchen Gegenden als rentabel erweisen, die durch besonders günstige Arbeiter- und Transportverhältnisse ausgezeichnet sind.

Zur Aufbereitung des in Bällen gezapften Kautschuks waren in Deutsch-Ostafrika verschiedene größere maschinelle Anlagen vorhanden, in denen der Kautschuk gewaschen und meist in Kreppform hergestellt wurde. Zuweilen wurde er auch zu größeren Blöcken zusammengepreßt. Vielfach wurde aber hierbei die Qualität des Kautschuks sicher durch unrationelle Behandlung, namentlich durch zu starkes Erwärmen, vermindert. Es wurde auch vielfach die Ansicht verfochten, daß es das zweckmäßigste wäre, den Kautschuk einfach in Form von Bällen auf den Markt zu bringen, wenn er an den Stämmen zur Koagulation gebracht wurde. Durch die zu häufige Bearbeitung soll namentlich die Nervigkeit des Kautschuks nachteilig beeinflußt werden. Auf alle Fälle steht aber der gut bereitete *Manihot*-Kautschuk dem von *Hevea* nur wenig nach.

Bezüglich der in anderen Tropenländern mit dem Anbau von *Manihot Glaziovii* gemachten Erfahrungen mag auf die von mir (I, 34 und 317) gegebene ausführliche Zusammenstellung verwiesen werden.

139. *Manihot preciosa.* Die an der Goldküste unter dieser Bezeichnung kultivierten Bäume gehören nach K. B. (1910, 97) wahrscheinlich zu *M. dichotoma.*

140. *M. violacea* Müll., Arg. Während Löfgreen angibt, daß diese Art einen guten Kautschuk liefert, hat diese nach Ule (N. B. 5, 6) nirgends Bedeutung erlangt und stellt ein krautartiges Gewächs dar, dessen Kautschukertrag weder in der freien Natur noch in der Kultur lohnend ist.

141. *Manihot heptaphylla* Ule. Wurde von Ule (N. B. 5, 17) am rechten Ufer des Rio Sao Francisco angetroffen und wird als »*Maniçoba de Sao Francisco*« bezeichnet Sie soll namentlich zwischen Felsen eines schiefrigen Glimmerquarzes vorkommen Von dieser Art scheinen bisher nur wenige Pflanzungen zu bestehen. Der Kautschuk scheint mittlerer Qualität zu sein.

142. *Manihot piauhyensis* Ule. »*Maniçoba de Piauhy*«. Sie findet sich nach Ule (N. B. 5, 17) namentlich im Südosten des Staates Piauhy längs der Grenze des Staates Bahia. Sie wurde hier in den meist nur eine geringe Höhe erreichenden Sandsteingebirgen beobachtet, in denen Bäume und Sträucher von wenigen Metern Höhe weite Gebiete bedecken. Zwischen den Felsen selbst fanden sich übrigens nur vereinzelte Exemplare. Am besten scheinen die Bäume auf Sandboden zu gedeihen, namentlich wenn dort Brände die Gehölze vernichtet haben; dann soll *M. piauhyensis* oft in großer Zahl hervorsprossen.

Nach Ule (N. B. 5, 31) ist der kurze Stamm und die auch wohl etwas härtere Rinde von *M. piauhyensis* zum Anritzen nicht recht geeignet, und man erhält bei dieser Art bei Anwendung der bei *M. Glaziovii* und *M. dichotoma* üblichen Methoden nur wenig Milchsaft. Dahingegen hat sich das Anzapfen dicht über dem Wurzelhals als sehr ergiebig erwiesen. Man verfährt hierbei auf folgende Weise: Zunächst wird am Grunde des Stammes an der einen Seite durch Herausheben der Erde eine Vertiefung angebracht und über derselben, etwa am Wurzelhals, die Rinde mit einem an der Spitze gerundeten oder gekrümmten Messer geritzt. Die Kautschukmilch fließt dann in das gegrabene Loch und gerinnt daselbst, so daß der gebildete Fladen nach 1—3 Tagen aus dem Loch herausgehoben werden kann. Da aber der so gewonnene Kautschuk sehr mit Sand verunreinigt wird, bestreicht man die Oberfläche des Erdloches häufig vorher mit einer dünnen Schicht Lehm, wozu sich besonders solcher von Termitenhügeln eignen soll. Dieser Lehm läßt sich verhältnismäßig leicht aus den kleinen Kautschukfladen herauswaschen, und man erhält so ein ziemlich reines Produkt. Nach kurzer Zeit kann der Baum wieder in der gleichen Weise angezapft werden, und zwar geschieht dies ohne Schädigung des Baumes immer an der gleichen Seite. Ein Mann soll in dieser Weise etwa 200 Bäume anzapfen können und es so einrichten, daß jeder Baum nicht öfter als zweimal in der Woche an die Reihe

kommt. Ein Arbeiter soll im Tag 2—3 kg Kautschuk ernten können. Ob hierbei aber trockener oder feuchter Kautschuk gemeint ist, wird nicht angegeben. Der jährliche Ertrag eines sehr guten Baumes wird auf 5 kg berechnet. Solche Erträge sollen aber zu den größten Ausnahmen gehören. Im Süden des Staates Piauhy wird nach Ule (N. B. 5, 46) *M. piauhyensis* plantagenmäßig angebaut, weil dessen Anbau besser rentieren soll als der von *M. Glaziovii*. Übrigens lauten die in anderen Ländern mit dieser Art erhaltenen Resultate zum Teil wenig günstig (vgl. Zimmermann I, 42 und 326).

143. *Micranda minor* Benth., Peru. »Huemega«. Der Milchsaft wird nach T. (1912, 159) mit dem von *Hevea* gemischt.

144. *Micranda siphonoides* Benth., Amazonasgebiet. »Avara Seringa«. Nach Ule (I, 13) am Rio Negro sehr häufig. Der Milchsaft besitzt orangegelbe Farbe und bitteren Geschmack. Er liefert nach Ule (I, 41) sehr brauchbaren Kautschuk, in dem 90,8% Reinkautschuk nachgewiesen wurden. Die Bäume werden aber fast gar nicht angezapft, weil die Milch sich mit der von *Hevea brasiliensis* nicht mischen läßt, und es den Seringueiros zu viel Mühe macht, sie allein zu bearbeiten.

145. *Omphalea triandra* L., tropisches Amerika. Der Milchsaft enthält nach Pax (N. P. III, 5, 92) Kautschuk.

146. *Sapium Aucuparium* Jacq., tropisches Amerika. Wird nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 56) in Kolumbien und Peru zur Kautschukgewinnung benutzt. Liefert aber in Britisch-Guayana nur Vogelleim. Vielleicht handelt es sich um verschiedene Arten.

147. *Sapium biglandulosum* Müll. Arg., Kolumbien. Huber (R. C. C. 1902, 137) unterscheidet in Brasilien vier verschiedene Varietäten, von denen zwei am unteren Amazonenstrom vorkommende ganz schlechten, zwei am oberen Amazonenstrom angetroffene einen zwar minderwertigen, aber doch noch brauchbaren Kautschuk liefern. Nach K. B. (1890, 150) lieferte *S. biglandulosum* oder eine verwandte Art ausgezeichneten als »*Colombian virgen*« bezeichneten Kautschuk. Der Baum soll zwischen 2100 und 2700 m Meereshöhe vorkommen. Von einem großen Baume sollen 45 kg Kautschuk gewonnen werden können. Ein fünf Jahre alter Baum soll schon 450 g Kautschuk liefern. Die Anzucht aus Samen soll sehr leicht gelingen. Nach Marzahn (I, 127) war der echte »*Colombian virgen*« von sehr guter Qualität und enthielt nur 2,5% Harze und gewaschen 0,6% Asche. Er eignet sich besonders zur Herstellung von Kautschuklösungen.

148. *S. ciliatum* Hemsl., Nordbrasilien. Liefert nach Jumelle (I, 176) brauchbaren Kautschuk.

149. *S. cladogyne* Hutchinson, Guayana. Wird nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 56) in Britisch-Guayana zur Kautschukgewinnung benutzt.

150. *Sapium decipiens* Preuß, Tiefland von Westekuador. »*Caucho andullo blanco*« (weißer Wurstkautschuk). Nach Jumelle (I, 156).

151. *S. eglandulosum* Ule. Von Ule (I, 14) am unteren Juruá aufgefunden. Liefert Kautschuk.

152. *S. Hemsleyanum* Huber, Britisch-Guayana. Liefert nach de Wildeman (R. R. I. 4) Kautschuk; nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 56) ist dies aber nicht der Fall.

153. *S. Jenmani* Hemsl., Britisch-Guayana. Liefert nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 56) den meisten von Britisch-Guayana aus in den Handel kommenden *Sapium*-Kautschuk. Man läßt den aus Wunden ausfließenden Milchsaft am Stamm eintrocknen und wickelt ihn dann in Bälle oder Blöcke auf, oder preßt ihn zu flachen Biskuits aus. Diese werden auch zuweilen über offenem Feuer geräuchert. Der Kautschuk kommt als »*Orinoco Scrap*« in den Handel. In acht untersuchten Proben wurden 87,1—94,4% Reinkautschuk, 1,8—4,2% Harz und 2,5 bis 5,8% Proteinstoffe gefunden.

154. *S. Marmieri* Huber, Am oberen Amazonas. Liefert nach Huber (R. C. C. 1902, 137) Kautschuk, der besser ist, als der von *S. biglandulosum*. Derselbe soll auch gewonnen werden. Nach Jumelle (I, 176) wird in Peru von dem als »*Seringa rana*« bezeichneten Baume minderwertiger Kautschuk gewonnen.

155. *S. paucinervium* Hemsl., Guayana. Liefert nach Harrison und Ban-

croft (R. R. I. 56) in Britisch-Guayana keinen Kautschuk.

156. *S. stylare* Müll. Arg., Prov. Oriente im östlichen Ekuador. »*Oriente*«. Nach Jumelle (R. C. C. 1902, 170) gedeiht der Baum am besten in Höhen von 1500 bis 2000 m. Es werden drei verschiedene Varietäten unterschieden, die aber alle sehr minderwertigen Kautschuk liefern sollen. Die chemische Analyse ergab aber 93,99% Kautschuk und 4,26% Harz.

157. *Sapium taburu* Ule, »*Tapuru*« oder am Juruá »*Seringeirana*«. Nach Ule (I, 14) im ganzen Amazonasgebiet verbreitet, namentlich in der Nähe der Flußufer, aber auch auf dem überschwemmungsfreien Lande vorkommend und bis in die Gebirge vordringend. Der Milchsaft wird vielfach mit dem von *Hevea* gemischt. Der unvermischte *Sapium*-Kautschuk enthält nach Ule (I, 40) 90,55% Reinkautschuk, ist aber, nach dem Räucherverfahren gewonnen, wenig nervig und weich; als »sehr gut und stramm« wird dagegen der Wickelgummi bewertet. Handelsmarken sind »*Tapuru*« und »*Sernamby* von Cameta«, von denen aber nicht feststeht, ob sie nicht zum Teil mit *Hevea*-Milch vermischt sind.

158. *S. Thompsonii* God. Leb., Westkolumbien. »*Colombian virgen*«. Findet sich nach Godefroy-Lebeuf (R. C. C. 6, 17) in warmen Tälern und Flußufern. Ein Baum soll mehrere Kilo ausgezeichneten Kautschuk liefern.

159. *Sapium utile* Preuß, nach Jumelle (R. C. C. 1902, 169) vielleicht identisch mit *S. decipiens* Preuß. Liefert guten Kautschuk, der 91% Reinkautschuk und 5,8% Harz enthält. Wächst nach Strunk (N. B. IV, 52) in Viktoria (Kamerun) schnell, aber strauchartig. Ein Versuch, die Pflanzen durch Stecklinge zu vermehren, schlug fehl.

160. *S. verum* Hemsl., Ekuador, südliches Kolumbien. Wächst nach Preuß (I, 384) am üppigsten zwischen 1800 und 2500 m Meereshöhe, findet sich aber auch noch bei 3000 m Meereshöhe. Es soll der Hauptlieferant von »*Caucho blanco*« von Ekuador sein. Bemerkenswert ist, daß die Bäume nur zu gewissen Zeiten reichlich Milchsaft liefern, und zwar ist dies unabhängig von der Witterung, da von nebeneinanderstehenden Bäumen zu der gleichen Zeit der eine sich im günstigen, der andere im ungünstigen Zapfstadium befinden kann. Die Bäume werden zur Kautschukgewinnung gefällt, aber erst 2—3 Wochen später zum ersten Male und nach weiteren 2—3 Wochen zum zweiten Male geringelt. Die austretende Milch läßt man am Stamm koagulieren und wickelt das Koagulat dann in breiten Streifen ab.

g) Celastraceae.

Von Radlkofer (B. G. 1893, 200) wurden bei

161. *Wimmeria cyclocarpa* Radl., Guatemala, kautschukführende Milchröhren nachgewiesen. Später konnte Metz (B. C. B. 15, 325) für weitere 8 *Wimmeria*-Arten und

162. *Mystroxylon eucleaeforme* Eckl. et Z. (Südafrika) den gleichen Nachweis liefern. Es diente zu diesem Zwecke neben dem mikroskopischen Verhalten namentlich die Erscheinung des »Spinnens« (s. unter Nr. 95). Von dem gleichen Autor wurden auch in den Mesophyllzellen zahlreicher Celastraceen Inhaltskörper beobachtet, die aus Kautschuk bestehen sollen.

h) Hippocrateaceae.

Von Solereder (B. G. 1893, 199) wurde an Herbarmaterial von

163. *Salacia micrantha* G. Don. (Brasilien) das Vorkommen von kautschukhaltigen Milchröhren festgestellt. Fritsch (B. C. B. 11, 283) konnte ferner bei

164. 13 *Salacia*-Arten, bei

165. 6 *Hippocratea*-Arten und bei

166. *Campylostemon Warneckianum* Lös., kautschukhaltige Milchröhren feststellen. Auf das Vorhandensein von Kautschuk wurde bei diesen Pflanzen namentlich aus der Erscheinung des sogenannten »Spinnens« (s. unter Nr. 95) und ferner auch aus gewissen, vorwiegend mikrochemischen Reaktionen geschlossen. Eine genaue Analyse scheint aber bisher bei keiner dieser Arten ausgeführt zu sein. Ebensowenig ist, soviel mir bekannt, erprobt, ob sie zur Kautschukgewinnung zu verwenden sind.

Erwähnt sei ferner noch, daß von Fritsch (B. C. B. 11, 297) in den Mesophyllzellen fast aller untersuchten Hippo-

crateaceen stark lichtbrechende Körperchen beobachtet wurden, die zum Teil in gewissen Reaktionen mit dem Kautschuk übereinstimmen.

i) Tiliaceae.

Von Radlkofer (B. G. 1893, 199) wurden in Stengel und Blatt von

167. *Plagiopteron fragrans* Griff. (Hinterindien) kautschukführende Milchröhren nachgewiesen. Die betreffenden Pflanzenteile zeigen die Erscheinung des »Spinnens« (s. u. Nr. 95). Nach Warburg (N. P. III, 6a, 55) ist diese Pflanze übrigens zu den Elaeocarpaceen zu rechnen.

k) Fouquieriaceae.

168. *Fouquieria splendens* Engelm., Mexiko. Wurde zur Kautschukgewinnung angepriesen, enthält aber nach Hall und Long (I, 11) keinen Kautschuk.

l) Sapotaceae.

169. *Achras Sapota* L. In allen Tropenländern der wohlschmeckenden Früchte wegen kultiviert, in Mexiko und Zentralamerika wild wachsend. Sie liefert den sogenannten Kaugummi *(»Chicle gum«, »Chewing gum«)*, der aber nur sehr wenig Kautschuk enthält. Die Bäume können nach G. Z. (1905, 155) 25 Jahre lang angezapft werden. Dann versiegt allmählich der Saftausfluß. Neu angezapfte Bäume sollen 7—11 kg Saft geben. Die Anzapfung geschieht durch V-förmige Einschnitte in den Stamm.

Außerdem dient in Venezuela nach Gongrijp (B. S. 43, 45) eine »*Pendare*« genannte, nicht bestimmte Sapotacee zur Gewinnung von »*Chicle gum*«. Die Bäume werden zu diesem Zwecke gefällt und geringelt. Die eingesammelte Milch wird unter fortwährendem Umrühren 10 Minuten lang gekocht und nach weiterem Umrühren an einem in horizontaler Lage befestigtem Stocke aufgehängt Das Produkt wird in Blöcken von 30 bis 40 kg in den Handel gebracht.

170. *Bassia Curtisii* King et Gamble Penang, Perak. Liefert nach T. (1907, 859) ein weißes, hartes, als Zusatz zu guter Guttapercha verwendbares Produkt.

171. *Bassia Motleyana* Clarke, Borneo, Malaya. Liefert nach Heyne (IV, 15) sehr minderwertige, harzige, bröcklige Guttapercha.

172. *Bumelia nigra* Sw., Westindien. Dient nach Berkhout (T. 1904, 79) zur Verfälschung der Balata.

173. *Butyrospermum Parkii* Kotschy, Westafrika. »*Karite-* oder Schibaum«. Nach Marckwald (G. Z. 1905, 335) kommen zwei Varietäten von Karitebäumen vor, von denen nur die eine brauchbare Guttapercha liefert. Diese soll aber 92% reine Guttapercha enthalten. Wird nach T. (1918, 66) in Nigeria zur Guttaperchagewinnung benutzt. Mannich und Herzog (N. B. 5, 59) fanden in einer aus Togo stammenden Probe 24% einer kautschukähnlichen Substanz und 66,2% Harz.

174. *Chrysophyllum Cainito* L., Westindien. Gibt nach R. C. C. (7, 522) eine guttaperchaähnliche Substanz.

175. *Chr. ramiflorum* A. DC., Brasilien. Liefert nach Clouth (I, 216) Guttapercha.

176. *Dichopsis Krantziana* Pierre, Cochinchina. Liefert nach K. B. (1899, 199) minderwertige Guttapercha. Die Minderwertigkeit soll zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß der Milchsaft in heißem Wasser koaguliert wird. Durch spontane Koagulation bei gewöhnlicher Temperatur soll ein Produkt entstehen, das weder harzig noch klebrig ist.

177. *Illipe pallida* Engl., Sumatra. Liefert nach Engler (N. P. IV, 1, 134) Guttapercha.

178. *Lucuma mammosa* Gaertn., Südamerika, Ostindien. Liefert nach Henkel (vgl. Wiesner II, 155) Guttapercha. Nach Berkhout (T. 1904, 79) dient der Milchsaft zum Verfälschen von Balata.

179. *Mimusops balata* Gärtn., Nordbrasilien, Guayana, Venezuela, Trinidad, Jamaika. Große Bäume, die eine Höhe von 35 m erreichen können mit einem Stammdurchmesser von 70 cm. Diese werden als »*Bullet trees*« bezeichnet und liefern die Hauptmasse der Balata. Sie finden sich namentlich am Fuße von Hügeln, wo der Boden fruchtbar und feucht, aber nicht sumpfig ist. Man unterscheidet in Guayana nach Clouth (I) zwei Varietäten des *Bullet tree,* eine mit runden und eine mit ovalen Früchten; erstere liefert eine herbe, angeblich gerbstoffreiche, rötliche, letztere eine milde, an-

geblich gerbstoffarme, weiße Milch, die dicker und zäher als die Kautschukmilch ist. Die weiße Milch ist nicht nur als Nahrungsmittel, sondern auch für die Erzeugung der Balata geschätzt. Die Milch wurde nämlich früher von den Eingeborenen Guayanas nur als Genußmittel benutzt; erst später lernte man ihre vorzüglichen Eigenschaften im eingetrockneten Zustande kennen und erzeugte alsbald eine große Menge des Rohstoffes, dem man den Namen »Balata« gegeben hat. Wie zur Zeit der ersten Ausfuhr der Guttapercha aus Indien die Guttaperchabäume erbarmungslos gefällt wurden, um möglichst rasch eine große Menge von Guttapercha zum Verkauf bringen zu können, so verfuhr man anfänglich auch in Guayana und bis vor wenigen Jahren ganz allgemein in Venezuela bei der Erzeugung der Balata. Nach T. (1989, 61) sollen in Venezuela innerhalb von zehn Jahren 36 Millionen Bäume vernichtet worden sein. Jetzt ist dort aber ebenfalls das Fällen der Balatabäume von der Regierung verboten.

Das Anzapfen der zuvor gefällten Bäume geschah in Guayana meist in der Weise, daß man die Stämme auf geeignete Stützen fallen ließ, so daß man sie ringsherum anzapfen konnte. In Venezuela ließ man die Stämme dagegen nach Gongrijp (B. S. 43, 33) einfach auf den Boden fallen, und es konnten infolgedessen häufig nur etwa zwei Drittel der Stämme angezapft werden. Diese wurden nun durch etwa 30 cm weit voneinander entfernte Einschnitte verwundet und die reichlich ausfließende Milch in darunter gestellten Gefäßen gesammelt. Ein Baum mittlerer Größe soll in dieser Weise angezapft 3—6 kg Balata liefern.

Die nicht zuvor gefällten Bäume werden nach Berkhout (T. 1904, 76) in Holländisch-Guayana in der Weise angezapft, daß in die Rinde, die vorher sorgfältig gereinigt war, bis zu einer Höhe von 20 Fuß miteinander verbundene, rinnenförmige Einschnitte gemacht werden, so daß der Latex von einer Rinne in die andere fließen kann. Die Einschnitte gehen nicht allzutief, jedenfalls nicht bis zum Kambium, da die Sammler ganz gut wissen, daß die gute Balatamilch in der unmittelbar unter der Borke liegenden äußeren Rinde in größerer Menge enthalten ist, während die innere Rinde wohl auch milchsafthaltig, der Latex hier aber reich an Wasser und Tannin und arm an Balata ist. Der Baum erträgt auf diese Weise das Anzapfen besser und die Wunden können leichter heilen. Die Milch wird nun am Fuße des Baumes in Fruchtschalen von *Crescentia Cujete* oder aus Eisenblech verfertigten Bechern aufgefangen. Der Milchsafterguß dauert bis zu drei Stunden. Ein Stamm liefert durchschnittlich 3,6 L Milchsaft, aus dem 1½—2 kg Balata gewonnen werden. Da nun ein Mann in einem Tage 6—8 Bäume anzapfen kann, würde derselbe im Durchschnitt etwa 12 kg Balata ernten können. Nach dem Anzapfen bedürfen die Bäume aber einer längeren Ruhepause. Nach Berkhout (T. 1904, 76) dürften sie kaum vor 5 Jahren wieder eine genügende Menge von Milchsaft enthalten, um eine neue Zapfung lohnend zu machen.

Für Britisch-Guayana wird mehrfach angegeben, daß die Gewinnung der Balata in der Weise ausgeführt würde, daß man an den Stämmen Längsschnitte anbringt und von den zwischen diesen gelegenen Rindenstreifen die Hälfte abnimmt, die andere Hälfte am Baume beläßt. Aus den abgenommenen Rindenstreifen soll dann der Milchsaft ausgepreßt werden. Nach ter Lang (R. R. I. 226) handelt es sich bei dieser Beschreibung aber um ein Phantasiegebilde. In Wirklichkeit wird dort die Balata in ganz ähnlicher Weise gewonnen wie in Holländisch-Guayana.

In Venezuela werden nach Gongrijp (B. S. 43, 33) an den Bäumen durch Axthiebe Einschnitte angebracht, die etwa halb um den Stamm herumgehen, wobei die Zapfer unter Benutzung von Steigeisen hoch in den Bäumen emporklettern. Ein Arbeiter soll während der allein für die Zapfungen benutzten und etwa zehn Wochen dauernden Regenzeit durchschnittlich 400 kg Balata ernten, manche aber auch bis 1000 kg.

Zur Verarbeitung wird in Guayana nach Berkhout (T. 1904, 76) der in größeren, mit Handgriffen versehenen Gefäßen eingesammelte Milchsaft zunächst in flachen Kühlbecken, die aus

dem Holz einer Palisadenpalme, *Euterpe globosa* Gärtn., verfertigt sind, einem 2—3 Tage andauernden Gärungsprozeß unterworfen. Dann wird der Saft aus dem Kühlbecken in das Trockenbecken übergeführt, das den einheimischen Namen »*Drabi*« führt. Nach 2—3 Tagen ist in diesem die obere Schicht der Milch geronnen. Des Morgens früh wird nun die zu wiederholten Malen sich hautartig absondernde Balata, bei einer Dicke von beiläufig 2½ cm, als sogenanntes Balatafell abgenommen, im Schatten getrocknet und ist nach einer Woche transportfähig. Im Handel wird die so gewonnene Balata als »Sheet-Balata« bezeichnet. Ein Fell besitzt durchschnittlich ein Gewicht von etwa 30 kg.

In Venezuela wird dagegen der Milchsaft durch Kochen in großen Schalen zur Koagulation gebracht und in viereckigen Blöcken (»*Block Balata*«), die etwa 80 cm lang und 40 cm breit sind, in den Handel gebracht.

Nach Preuße-Sperber (T. 1916, 274) sind in dem durch Kochen enthaltenen Produkte 51% Reinguttapercha und 48,3% Harze, in dem durch Trocknen erhaltenen 39,6% Reinguttapercha und 37% Harze enthalten.

Nach Clouth (I, 221) wird der Balata häufig Kalk zugesetzt, selbst bis zu 10%. Dies scheint zu geschehen, um dem Produkt die nötige Konsistenz zu geben, wenn es aus einem Milchsaft gewonnen war, der mit Wasser versetzt war. Nach Preuß (T. 3, 409) wird ferner der Milchsaft von *M. balata* zuweilen mit dem Milchsaft zweier anderer Sapotaceen, welche »*Mampa*« und »*Dukalli*« heißen, verfälscht dann wird die Balata schwarz; die braune Farbe kann mit Zitronensaft wieder hergestellt werden. Berkhout (T. 1904, 78) teilt schließlich mit, daß in Surinam die Balatamilch mit dem Saft des »Bati-Boti«-Baumes (*Ambelania acida* Aubl., zu den Apocynaceen gehörig), vermischt wird, um eine schöne rote Farbe zu erzielen.

Von Frank und Marckwald (G. Z. 20, 233) wurde ein Verfahren angegeben, nach welchem die Balata aus den zerkleinerten Pflanzenteilen (Blätter, Holz) durch Behandeln mit verdünnten Lösungen von Ätzalkalien oder normalen Alkalikarbonaten bei etwa 5 Atmosphären Druck gewonnen werden kann. Die nach dieser Methode abgesonderte Balata zeichnet sich durch besondere Reinheit und Harzarmut aus.

Nach V. S. (1921, 85) wurde auch von van Rossem eine Methode ausgearbeitet, nach der aus der getrockneten Rinde der Balatabäume Balata gewonnen werden kann.

Die Kultur der Balatabäume würde nach Berkhout (T. 1904, 79) wegen ihres langsamen Wachstums mit großen Schwierigkeiten verbunden sein.

180. *Mimusops Elengi* L., Ostindien, Malaya. Gibt nach Engler (N. B. IV, 1, 151) Balata geringer Qualität.

181. *M. globosa* Gaertn., tropisches Amerika. Liefert nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 53) vielleicht einen großen Teil der in Britisch-Guayana gewonnenen Balata.

182. *M. Henriquesii* Engl. et Warburg, Portugiesisch-Ostafrika. Gibt nach Warburg (T. 1903, 325) Guttapercha von mittlerer Qualität. Eine Probe enthielt 56,9% Guttapercha und 33,5% Harz.

183. *M. Kümmel* Bruce, tropisches Afrika. Liefert nach Clouth (I, 216) Balata.

184. *M. Schimperi* Hochst, tropisches Afrika. Liefert nach Clouth (I, 216) Balata.

185. *M. Schweinfurthii* Engl., Sudan. Liefert nach Rein (T. 13, 378) eine guttaperchaähnliche Substanz.

186. *M. sp.* Eine noch nicht bestimmte *Mimusops*-Art liefert in Britisch-Guayana nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 53) ein als »*Brittle Balata*« oder »*Black Balata*« bezeichnetes minderwertiges Produkt, das 29,7% Guttapercha, 68,9% Harze, 0,9% Proteine und 0,5% Asche enthält.

187. *Northea seychellana* Hook f., Seychellen. »Kapuzinerbaum«. Nach T. (1908, 500) hat die aus dem Milchsaft gewonnene Guttapercha wegen ihres hohen Harzgehaltes geringen Handelswert.

188. *Palaquium.* Als Stammpflanze aller Guttaperchasorten hat man früher allgemein die seinerzeit von Hooker nach von Lobb und Oxley aus Singapore eingesandten Pflanzen bestimmte *Isonan-*

dra gutta Hook. (*Palaquium gutta* Burck) gehalten. Von Burck (I) wurde aber nachgewiesen, daß *P. gutta* heute im wilden Zustande auf der Insel Singapore nicht mehr vorkommt, daß die dafür gehaltenen Pflanzen solche von *P. oblongifolium* Burck waren. Außer *P. oblongifolium* ist aber namentlich *P. borneense* für die Guttaperchagewinnung von Bedeutung Einige weitere weniger wertvolle Gutta percha liefernde Arten sind im nach folgenden aufgezählt.

Die verschiedenen *Palaquium*-Arten bilden Bäume mit schlanken Stämmen, die eine Höhe von über 30 m und einen Stammumfang von bis zu 2 m erreichen. Die lederartigen Blätter sind auf der Unterseite mit einem goldfarbigen oder braun roten Filz versehen. Die kleinen weißen Blüten stehen in den Blattachseln. Die Frucht ist eine 3—4 cm lange Beere und enthält meist 2, selten 1, 3 oder 4 Samen. Diese sind rundoval, 2—3 cm lang, auf der einen Seite glänzend schwarzbraun, auf der anderen Seite matt und grau gefärbt. Sie bleiben nur kurze Zeit keimfähig. Nach etwa 6 Wochen hat bereits etwa die Hälfte ihre Keimkraft verloren

Die Guttaperchabäume verlangen zu ihrer normalen Entwicklung viel Wärme und Feuchtigkeit und gedeihen am besten in ziemlich geringer Meereshöhe (bis etwa 600 m) bei einem jährlichen Regenfall von nicht unter 2 m. Nach van Romburgh (I, 203) ist es übrigens namentlich von Wichtigkeit, daß die Regenmenge über eine möglichst große Anzahl von Regen tagen verteilt ist. Für weniger wichtig hält van Romburgh die chemische Beschaffenheit des Bodens, da er die Bäume auf seinen Reisen auf allerlei Bodenarten gut gedeihen sah. Nach Burchard (T 1902, 116) ist ein schwerer Lehmboden mit einer $^3/_4$—1 Fuß hohen Humusschicht für die Kultur der Guttaperchabäume am günstigsten; sie sollen auch auf der artigen Böden in ihrer Heimat vorzugsweise vorkommen. Sie sollen dagegen auf sumpfigem oder zeitweise überschwemmtem Lande gar nicht fortkommen, während sie auf armem Boden zwar wachsen, sich aber langsamer entwickeln.

Zur Gewinnung der Guttapercha werden die Bäume von den Eingeborenen zunächst gefällt. In Borneo legt man nach Heyne (IV, 8) vor dem Fällen der Bäume Holzklötze auf den Boden, um zu verhindern, daß der zu fällende Stamm dem Boden anliegt, wodurch der unterste Teil des Baumes unzugänglich würde. Nach dem Fällen wird der Stamm bis zu der Höhe, in der die ersten Seitenzweige entspringen, in Abständen von 40—45 cm, bis auf das Holz geringelt. Nach Schlechter (II, 106) benutzt man hierzu zweckmäßig Hohlmeißel, deren Seiten ziemlich hoch nach oben parallel laufen und eine etwa 2 cm breite Rinne erzeugen. Sehr wichtig ist, daß die Schnittflächen sehr scharf sind. Wenn der Milchsaft dickflüssig ist, wie bei den guten *Palaquium*-Arten, wird die Rinde in dem ausgehackten Ringe in kleine Stücke zerhackt, um das Abtropfen des Milchsaftes möglichst zu verhindern. Der in der Rinde erstarrte Milchsaft wird dann mit einem an der Spitze hakenförmig gebogenen Instrument aus den Rinnen herausgekratzt. Ist der Milchsaft aber dünnflüssig, wie bei *Payena Leerii*, dann fängt man ihn in gespaltenen Bambusgliedern, Kokosschalen, geflochtenen Palmblättern oder dergleichen auf. Der eingesammelte Milchsaft wird dann über schwachem Feuer zur Koagulation gebracht. War der Saft bereits zu einer flockigen Masse koaguliert, so wird er vorher mit Wasser verdünnt. Das noch warme Koagulat wird dann auf einem Brette oder einer Matte zu einem breiten Fell ausgetreten, das dann aufgerollt oder in Wurst- oder Birnenform zusammengeknetet wird. Der am Stamm koagulierte Milchsaft, der stark mit Rindenteilchen verunreinigt ist, wird in kleine Stücke zerschnitten und, um ihn plastisch zu machen, in warmes Wasser gebracht. Dann wird er in kleinen Mengen ausgetreten, ausgeklopft oder mit den Händen zu einer dünnen Platte ausgezogen, aus der durch Abspülen mit kaltem Wasser oder durch Abreiben mit der Hand die Verunreinigungen möglichst entfernt werden. Wenn nötig, wird diese Behandlung mehrere Male wiederholt. Durch den aus den Rindenteilen austretenden Farbstoff erhält die Guttapercha häufig eine mehr oder weniger intensive rote Färbung. Ein derartiges Produkt wird als »*getah merah*« (*merah* = rot) bezeichnet.

Die von den guten Arten stammende Guttapercha bildet eine sehr kompakte harte Masse. Wird diese auf den Boden geworfen, so springt sie zurück; werden zwei Stücke gegeneinander gerieben, so entsteht ein knirschendes Geräusch. Nach dem Durchschneiden in schräger Richtung sind die einzelnen Schichten, aus denen die Masse zusammengesetzt ist, zu erkennen. Derartige reine Guttapercha kommt aber nur verhältnismäßig wenig in den Handel. Einerseits werden schon bei der Herstellung Guttaperchasorten verschiedener Abstammung durcheinandergemengt, und andererseits findet auch in Singapore, dem Handelszentrum für Guttapercha, eine weitere Vermengung statt Die »rote Guttapercha«, auch »*getah muntah*« genannt, wird dort von chinesischen Händlern gründlich sortiert und zu verschiedenen Sorten zusammengestellt, so daß über die Beschaffenheit dieser Einzelsorten Unklarheit herrscht Man reinigt in Singapore auch schmutzige und minderwertige Sorten und bildet daraus Einzelmarken von »*Reboiled*-Guttapercha«. Oft erfolgt noch ein Zusatz von Djelutung (s. Nr. 283).

Die Güte einer Guttaperchasorte wird außer durch den Gehalt an Wasser, Schmutz bzw. etwaigen Verfälschungen hauptsächlich durch das Verhältnis der reinen Guttapercha zum Harz bestimmt Dieses wechselt aber sehr in den verschiedenen Sorten. Man kann infolgedessen Guttaperchamischungen von bestimmtem Wert durch Zusatz von Sorten mit größerem oder kleinerem Harzgehalt herstellen.

Der durchschnittliche Ertrag eines gefällten Baumes wird auf ½—1 kg Guttapercha geschätzt. Schlechter (T 1902, 26) erhielt von einem in Ostborneo gefällten Baume von *P. gutta* dessen Stamm 2 m über dem Erdboden einen Umfang von 253 cm besaß und der sich erst in einer Höhe von 33 m verzweigte, 4½ kg Guttapercha.

Bei einem derartigen Raubbau war nun aber mit einer allmählichen Vernichtung der Guttaperchabestände zu rechnen, und außerdem geht der größte Teil der in den Bäumen enthaltenen Guttapercha verloren. Nach van Romburgh (II, 170) soll die Menge der aus den gefällten Bäumen bei der gewöhnlichen Gewinnungsweise erhaltenen Guttapercha nur etwa 15% von der in ihnen enthaltenen Menge betragen. Man hat deshalb zunächst versucht, rationellere Gewinnungsmethoden ausfindig zu machen und die Bäume in ähnlicher Weise wie die Kautschukbäume, ohne sie zu fällen, anzuzapfen. Nach Burck (I) soll es auch möglich sein, durch keilförmige Einschnitte in den Stamm von einem Baume jährlich 1,4 kg Guttapercha zu gewinnen, und es soll diese Gewinnung 3—4 Jahre lang fortgesetzt werden können, ohne die Bäume zu schädigen. Diese Zapfungsmethode hat sich aber bei den Eingeborenen nicht einbürgern können und hat sich auch bei den auf den Anpflanzungen von Guttaperchabäumen ausgeführten Versuchen als unrentabel erwiesen.

Dagegen wurde in neuerer Zeit eine Methode ausgebildet, die die Gewinnung der Guttapercha aus den Blättern ermöglicht. Die ersten diesbezüglichen Versuche führte E. Jungfleisch im Jahre 1888 aus. Dieser versuchte die Guttapercha mit verschiedenen Chemikalien aus den Geweben zu extrahieren. Als bestes Lösungsmittel erwies sich Toluol. Diese Versuche, die, anfangs von Jungfleisch im kleinen unternommen, ein günstiges Ergebnis geliefert hatten, wurden später behufs einer allgemeinen praktischen Verwendung erweitert, und es ward eine Reihe von Vorschlägen gemacht, wie die Guttapercha mittels Extraktion auf die rationellste Weise zu gewinnen wäre.

Einer der ersten diesbezüglichen Vorschläge rührt nach Obach (I, 46) von Dieudonné Rigole her; nach diesem wird eine bestimmte Blättermasse in einem zu diesem Zwecke konstruierten Apparate mit heißen Schwefelkohlenstoffdämpfen behandelt, letztere werden kondensiert und der zur Aufnahme der Guttapercha verwendete Schwefelkohlenstoff wird von der reinen Guttapercha abdestilliert.

Ein zweites Verfahren gibt H. E. Serullas (J. T. 1896, 1066) an, der auch an der Ausführung der ersten Versuche von Jungfleisch beteiligt war: das Rohmaterial (Blätter, Rinden und Holz-

teilchen verschiedener *Palaquium*-Arten) wird behufs Reinigung vor der Extraktion mit Alkalien unter Druck behandelt, darauf mit Toluol extrahiert und die filtrierte Lösung durch Azeton oder Essigäther gefällt. Der Niederschlag, der die wesentlichen Bestandteile der Guttapercha enthält, wird in einer Filterpresse filtriert und mit dem Lösungsmitel gewaschen.

Nach W. Ramsay (Ch. R. 4, 292) werden die zerkleinerten und mit heißem oder kaltem Wasser gewaschenen Zweige und Blätter der Guttaperchabäume mit Alkali behandelt, dieses entfernt und das Material dann in einem geschlossenen Kessel bei 80 bis 100 ° C mit Harz-Öl digeriert; mit der Lösung wird weiter so verfahren, wie Serullas angibt.

Obach (I, 47) endlich extrahiert die Blätter mit leichten Petroleumkohlenwasserstoffen, kühlt das Extraktionsmittel zur Fällung der Guttapercha ab und wäscht letztere bis zur Farblosigkeit mit frischem Lösungsmittel.

Die auf diese Weise aus den Blättern gewonnene Guttapercha wird durch das gleichzeitig extrahierte Chlorophyll grün gefärbt und wird deshalb auch als »grüne Guttapercha« bezeichnet. Sie fand anfangs, namentlich infolge ihrer Reinheit, eine gute Aufnahme. Bald stellte sich aber heraus, daß die grüne Guttapercha eine nur geringe Dauerhaftigkeit besitzt.

Dagegen ist es später gelungen, auf mechanischem Wege aus den Blättern ein sehr gutes Produkt zu erhalten. Diese Methode wurde zuerst von Ledebour auf der Insel Bintang in einer kleinen Fabrik angewandt, in der von wilden Bäumen gesammelte Blätter verarbeitet wurden. Jetzt wird sie namentlich auf der Gouvernementsanpflanzung Tjipetir auf Java in großem Maßstabe zur Anwendung gebracht, und zwar verfährt man dort nach van Lennep (G. Z. 37, 406) in folgender Weise: Die Blätter werden möglichst bald nach der Ernte in Hackmaschinen zerkleinert; die so erhaltenen mäßig großen Stücke werden dann auf Walzwerken, die aus zwei gefurchten Hartwalzen bestehen und die Blattstücke stark quetschen, aber nicht völlig zerbrechen, vorbereitet. Nun gelangen sie in Kollergänge und werden vollständig zermahlen. Das so erhaltene Mehl wird durch Zusatz von warmem Wasser in einen Brei verwandelt, der in dampfgeheizten Kesseln unter allmählicher Erwärmung bis auf 70 ° C gründlich durchgearbeitet wird. Die Guttapercha löst sich dabei vollständig von der Blattmasse ab, wird plastisch und klebt zu kleinen Flöckchen zusammen, während die Blattfasern mit Wasser durchtränkt werden. Dieses „Kochen" erfordert Erfahrung und Aufmerksamkeit; es bezweckt, eine gute und reine Flockenbildung zu erreichen. Man gießt zur Prüfung eine Probe in kaltes Wasser und beurteilt die Güte der Flocken. Ist diese erreicht, so wird die Masse in große, mit kaltem Wasser beschickte Behälter übergeführt und kräftig durchgerührt. Dabei sinken die mit Wasser gefüllten Blattfasern zu Boden, die Guttaperchaflocken treiben dagegen nach oben und werden abgeschöpft. Der Absatz wird dann nochmals kräftig durchgerührt, um mit niedergerissene Flocken noch an die Oberfläche zu bringen. Da die Flocken aber noch ziemlich viel feinen Schmutz enthalten, werden sie noch einem Brechungs- und Reinigungsverfahren unterworfen. Dann plastiziert man die gereinigte Guttapercha durch warmes Wasser, walzt die Masse im Glattwalzwerk aus, faltet die Platten zusammen und preßt sie hydraulisch zu festen Blöcken von etwa 4 kg Gewicht, die oberflächlich getrocknet und in Kisten zu etwa 16 Stück verpackt werden.

Die Zusammensetzung der in dieser Weise gewonnenen Guttapercha geht aus der von van Lennep (G. Z. 37, 406) zusammengestellten Tabelle, in der auch die Zusammensetzung der von den Eingeborenen gesammelten Guttapercha angegeben ist, hervor:

	Tjipetir	Wildguttapercha
Reinguttapercha	79%	27—57%
Harze	7%	14—31%
Wasser	10%	14—34%
Schmutz	4%	3—15%

Die Zusammensetzung des Plantagenproduktes ist im wesentlichen konstant. Nur für den Wassergehalt kann bei Ablieferung kein bestimmter Wert garantiert werden. Dagegen konnte durch die Einführung der Reinigungsverfahren ein Schmutzgehalt von höchstens 4% garan-

tiert werden. Auf Verlangen ließe sich dieser noch weiter herabsetzen.

Aus den Blättern werden nach van Lennep 2,3%, aus den jungen Zweigen 0,7% und aus der Rinde älterer Zweige 1,2% Guttapercha gewonnen.

Plantagenmäßig angebaut wurden die Guttaperchabäume zuerst auf Java, wo schon 1885 von Burck in Tjipetir eine kleine Versuchspflanzung angelegt war, die später von der Holländischen Regierung stark ausgebreitet wurde. Auf derselben waren nach T. (1918, 18) im Jahre 1918 bereits 961 ha mit Guttaperchabäumen bepflanzt. Diese werden dort jetzt zur Gewinnung der Blätter in Strauchform kultiviert. Im Jahre 1916 wurden dort von 316 ha 2715 t Blätter geerntet. 2609 t Blätter gaben 47 265 kg Guttapercha, also etwa 1,8%.

In Britisch-Malaya wurde nach T. (1922, 197) im Jahre 1913 im Staate Pahang die erste Guttaperchapflanzung angelegt. Die Guttapercha soll hier ebenfalls aus den Blättern gewonnen werden. 1922 wurde eine Fabrik hierfür errichtet.

Die Anzucht der Guttaperchabäume geschieht am besten aus Samen, die aber nur kurze Zeit ihre Keimkraft bewahren. In einem Treibhause gelingt aber auch die Fortpflanzung durch Stecklinge.

189. *Palaquium acuminatum* Burck Sumatra. Liefert nach van Romburgh (II, 161) ziemlich gute Guttapercha.

190. *Palaquium bancanum* Burck, Malayische Halbinsel. Liefert nach Ridley (B. Str. 1906, 63) minderwertige Guttapercha.

191. *P. borneense* Burck, Borneo. Ist nahe verwandt oder identisch mit *P. gutta* Burck und gehört jedenfalls zu den besten Lieferanten von Guttapercha.

192. *P. calophyllum* Pierre, Borneo. Liefert nach van Romburgh (II, 160) minderwertige Guttapercha.

193. *P. celebicum* Burck, Celebes Nach Heyne (IV, 17) enthielt eine von diesem Baume stammende Probe 30% Reinguttapercha und 65% Harze.

194. *P. Clarkeanum* K. et G., Malayische Halbinsel. Liefert nach Ridley (B. Str. 1906, 63) Guttapercha, die besseren Sorten beigemengt wird.

195. *Palaquium gutta* Burck (= *Isonandra gutta* Hook). Ursprünglich allein auf der Insel Singapore bekannt, wo es aber ausgerottet ist. Van Romburgh (I, 146) fand aber in Süd- und Ostborneo eine als *P. gutta* Burck *var. sessiliflora* Boerl. bezeichnete Varietät. In Buitenzorg befanden sich zwei Bäume von *P. gutta,* von denen die auf Java gezüchteten Bäume dieser Art abstammen. Nach van Romburgh befinden sich aber unter diesen viele, die in Habitus und Blattform von den Mutterbäumen abweichen. *P. gutta* liefert neben *P. borneense* und *P. oblongifolium* die beste Guttapercha.

196. *P. inutile* Schlecht. Von Schlechter (II, 94) in Deutsch-Neuguinea aufgefunden. Es liefert minderwertige Guttapercha.

197. *P. leiocarpum* Boerl., Borneo. »*Hangkang*«, »*Djongkang*«, »*Angso*«. Nach van Romburgh (II, 159) daran zu erkennen, daß die Blätter beim Zerreißen keine Fäden geben, wie die der guten Guttaperchabäume, und auf der Unterseite eine dunkelkupferrote Färbung besitzen. Die Bäume finden sich namentlich in tiefen Lagen, auch im Überschwemmungsgebiet. Die Gewinnung der Guttapercha geschieht nach van Romburgh (I, 149 u. Tey. 1899, 577) in der gleichen Weise wie bei den anderen *Palaquium*-Arten. Ein Baum von 25 m Höhe und 94 cm Stammumfang lieferte nach van Romburgh 330 g Guttapercha. Diese kommt in schweren, zylinder- oder würfelförmigen Blöcken in den Handel, die an der Oberfläche dunkelbraun, im Innern weißgrau oder rötlich gefärbt sind. Sie sind hart, aber spröde und haften wenig zusammen. Nach Heyne (IV, 19) wurden in einer Probe 38,9% Wasser, 0,3% Verunreinigungen, 13,4% Reinguttapercha und 47,4% Harz gefunden. Bei einer anderen betrug das Verhältnis zwischen Reinguttapercha und Harz etwa 30 : 70. Hangkang wird vielfach zur Verfälschung besserer Guttaperchasorten verwandt.

198. *Palaquium Maingayi* Engl., Malayische Halbinsel. Gibt nach B. I. I. (2, 14) minderwertige Guttapercha. In einer Probe wurden 44,9% Reinguttapercha und 45,5% Harz gefunden.

199. *P. montanum* Schltr., Deutsch-Neuguinea. Liefert nach Schlechter (II, 94) minderwertige Guttapercha.

200. *P. oblongifolium* Burck. Liefert jedenfalls den größten Teil der in den Handel kommenden guten Guttapercha.

201. *P. obovatum* Engl. Liefert nach Ridley (B. Str. 1906, 63) eine ziemlich gute zweitklassige Guttapercha; Curtis (B. Str. 1902) bezeichnet sie als minderwertig. Nach B. Str. (1916, 25) ist diese Art auf Malakka sehr verbreitet und liefert größere Erträge als *P. gutta*.

202. *P. Oxleyanum* Pierre, Banka. Der Milchsaft ist nach (K. B. 1907, 114) viel dicker als der von *P. gutta* und koaguliert langsam zu einer schmutzigweißen Masse, die in kochendem Wasser nicht ganz plastisch wird und sich deshalb nicht gut mit anderen Guttaperchaarten vermischen läßt. Die Eingeborenen vermischen deshalb schon den Milchsaft mit dem von *Djelutung* und anderen Arten.

203. *P. petiolare* Engl., Ceylon. Das davon gewonnene Produkt ist nach B. I. I. (1903, 118) für Isolierungszwecke nicht zu verwenden.

204. *P. pisang* Burck, Sumatra. Liefert nach van Romburgh (I, 13) minderwertige Guttapercha.

205. *P. polyanthum* Engl., Burma. »*Gutta Taban Chaia.*« Liefert nach B. I. I. (2, 14) minderwertige Guttapercha, die 52,6% Guttapercha und 44% Harz enthält.

206. *Palaquium quercifolium* Burck, Borneo. Liefert nach van Romburgh (II, 161) minderwertige Guttapercha.

207. *P. rostratum* Burck, Banka. Liefert nach Heyne (IV, 25) ein Produkt, das nicht die Eigenschaften von Guttapercha besitzt und mit Wasser eine geleeartige Masse bildet.

208. *P. Supfianum* Schltr., Neuguinea. Nach Schlechter (II, 95) im Bismarckgebirge in Meereshöhen von 100 bis 800 m überall verbreitet. Bäume mit 20—30 m hohen Stämmen. Der von ihnen gewonnene Milchsaft ist durch Kochen leicht zu koagulieren. Die Erträge schwanken sehr. Schlechter erhielt von Stämmen mit 1 m Durchmesser in einem Falle nur 270 g, in einem anderen 6 kg Guttapercha. Ein Baum mit einem Stammumfang von 248 cm lieferte sogar etwa 11 kg. Die Guttapercha wurde gut bewertet.

209. *Palaquium sussu* Engl., Kaiser-Wilhelms-Land. Liefert nach Engler (N. B. 1, 101) gute Guttapercha.

210. *Palaquium Treubii* Burck, Banka. »*Getah doejan*«, »*Getah poetih*« (*poetih* = weiß). Das Produkt steht nach van Romburgh (I, 17) dem von *P. oblongifolium* an Güte nach. Im reinen Zustande ist es nach Heyne (IV, 25) bläulichweiß mit grauer, fast schwarzer Oberfläche, kompakt und hart, aber mit geringer Federkraft.

211. *P. Warburgianum* Schlcht., Deutsch-Neuguinea. Liefert nach Schlechter (II, 96) sehr minderwertige Guttapercha.

212. *P. xanthochymum* Pierre, Borneo. Liefert nach Heyne (IV, 26) eine gelbliche Guttapercha von zweiter Qualität. Nach Ridley (B. Str. 1906, 63) scheint sie aber in Malakka nicht ausgebeutet zu werden.

213. *Payena bankensis* Burck, Banka. Liefert nach Heyne (IV, 10) minderwertige Guttapercha.

214. *Payena Bawun* Scheff., Neuguinea. »*Getah marau.*« Liefert nach Engler (N. B. 1, 102) minderwertige Guttapercha.

215. *P. dasyphylla* Pierre, Malayische Halbinsel. Das wertlose Produkt wird nach T. (1907, 859) zur Verfälschung guter Guttapercha verwandt.

216. *Payena Havilandi* King et Gamble, Malayische Halbinsel. Liefert nach B. Str. (1906, 62) Guttapercha, die der von *P. Leerii* an Wert gleichkommt.

217. *P. latifolia* Burck, Borneo. Nach van Romburgh (I, 152) soll von dieser Art Guttapercha erhalten werden können, die mit der von *P. Leerii* ziemlich übereinstimmt. Nach Heyne (IV, 12) handelte es sich dabei aber vielleicht um eine andere Art. Er erhielt von einem sicher bestimmten Baume eine Masse, die nur aus Harz bestand.

218. *Payena Leerii* Kurz, Burma, Malaiischer Archipel. Liefert ziemlich gute Guttapercha, obwohl der Harzgehalt derselben ziemlich groß ist. Sie ist sehr fest und läßt sich in warmem Wasser leicht kneten. Da der Milchsaft leicht flüssig ist, kann er in reinem Zustande gewonnen werden. An der Luft erhält die Guttapercha eine gelbe Färbung. Nach

van Romburgh (I, 149) kommt eine morphologisch nicht zu unterscheidende Varietät vor, die ein klebriges Produkt liefert.

In Palembang wird die von *P. Leerii* gewonnene Guttapercha »*Getha Soentik*«, in Banjermassin »*Getha Beringi*« genannt.

Aus den Blättern kann keine Guttapercha gewonnen werden.

219. *Payena macrophylla* Burck, Malaiisches Gebiet. Gibt nach Engler (N. P. IV, 1, 133) geringwertige Guttapercha.

220. *P. Maingayi* Clarke, Malakka. Liefert nach Heyne (IV, 13) ein nicht fest werdendes, wertloses Produkt.

221. *P. malaccensis* Clarke, Malayische Halbinsel. Liefert nach T. (1907, 859) minderwertige Guttapercha.

222. *P. Mentzelii* K. Schum., Neuguinea. »*Getah natu*«. Nach Engler (N. B. 1, 102) minderwertige Guttapercha.

223. *Payena rubro-pedicellata* Burck, Borneo. Liefert nach van Romburgh (II, 161) ziemlich gute Guttapercha. Nach Heyne (IV, 14) fand van R. in einer Probe 1,21 Teile Guttapercha auf 1 Teil Harze.

224. *Payena stipularis* Burck (= *P. sumatrana* Miq.), Sumatra, Celebes. Nach van Romburgh (II, 158) in Sumatra »*Dantoeng*« genannt. Das erhaltene Produkt ist bei gewöhnlicher Temperatur elastisch, wird aber beim Erwärmen plastisch. Nach Heyne (IV, 15) wurde dasselbe früher in Form von flachen Kuchen, in denen sich viele Hohlräume befanden, ausgeführt; es ist aber seit langer Zeit vom Markte verschwunden.

225. *Sideroxylon attenuatum* A. DC., Ostindien, Philippinen. Liefert nach Miquel (II, 1036) Guttapercha.

226. *S. cyrtobotryum* Mart., Bolivien, Brasilien. »*Arorate*«. Liefert nach T. (1912, 159) wahrscheinlich Guttapercha.

227. *S. Kaernbachianum* Engl., Neuguinea, Kaiser-Wilhelms-Land. »*Getah nalu*«. Gibt nach Engler (N. B. 1, 102) Guttapercha.

m) Apocynaceae.

228. *Alstonia angustiloba* Miq., Malaya. Liefert nach B. Str. (1910, 54) ein harzartiges gelbes Produkt, das zur Verfälschung von *Djelutung* (Nr. 283) benutzt wird.

229. *Alstonia congensis* Engl., Kongo, Kamerun. Großer Baum. Das aus dem Milchsaft gewonnene Produkt enthält nach Thoms (M. D. S. 33, 86) nur 13,5% Reinkautschuk, kommt also für die Kautschukindustrie nicht in Betracht.

230. *Alstonia constricta* F. v. M., Neusüdwales. Liefert nach Clouth (I, 30) Kautschuk.

231. *Alstonia Dürkheimiana* Schlchtr., Neukaledonien. Kommt nach Schlechter (T. 1903, 527) von der Meeresküste bis zu einer Höhe von 1000 m vor und erreicht eine Höhe von bis zu 15 m. In allen Teilen befindet sich Kautschuk.

232. *A. eximia* Miq., Sumatra und Banka. Liefert nach van Romburgh (T. 4, 466) »*Getah Djelutung*« (s. Nr. 283) und wird zur Verfälschung echter Guttapercha verwandt.

233. *A. grandifolia* Miq., Sumatra. Liefert nach van Romburgh (T. 4, 466) die »*Getah Melaboeai*«, ein dem *Djelutung* ähnliches Produkt.

234. *Alstonia plumosa* L., Neukaledonien. Wird nach Semler (I, 715) in Neukaledonien zur Kautschukgewinnung benutzt, nach K. B. (1898, 165) auch auf den Fidschi-Inseln. Auf den letzteren sollen zur Gewinnung des Kautschuks Blattstiele und Zweige abgebrochen und mit dem Munde ausgesaugt werden und, wenn eine genügende Menge des Stoffes beisammen ist, dieser in Kugelform zusammengeknetet werden.

235. *A. plumosa* Labill. *var. villosa* Seem., Neukaledonien, Fidschi-Inseln. Liefert nach K. B. (1898, 165) und Semler (I, 715) minderwertigen Kautschuk.

236. *Alstonia polyphylla* Miq., Banka. Liefert nach Heyne (IV, 64) *Djelutung*, der aber nur zum Verfälschen von Wildkautschuk verwandt wird.

237. *Alstonia scholaris* R. Br., Tropengürtel. Großer immergrüner Baum, der nach Watt (I, 198) in Ostindien minderwertigen Kautschuck liefert. Wurde von van Romburgh (I, 12) auch im Innern Borneos beobachtet. Das dort gewonnene Produkt soll aber nur zur Verfälschung anderer Sorten benutzt werden.

238. *Apocynum androsaemifolium* L., Nordamerika. Hall und Long (I, 39)

fanden in den getrockneten Blättern 0,62—1,2% Reinkautschuk, in den Stengeln 0,22—0,68%. Der Milchsaft ist schwer zu koagulieren. Das beste Produkt wurde durch Kochen des mit Salzlösung versetzten Milchsaftes erhalten.

239. *Apocynum cannabinum* L., Nordamerika. Wächst nach Hall und Long (I, 39) auf steinigem, sandigem, aber feuchtem Boden. Die getrockneten Blätter enthalten 0,79—5,1%, die getrockneten Stengel 0,8—1,0% Reinkautschuk.

240. *Baissea gracillima* Hua., Kamerun und Kongostaat. Über 15 m lange Schlingpflanze. Enthält nach de Wildeman (J. A. T. 1905, 106) ziemlich viel Milchsaft. Der daraus gewonnene Kautschuk ist zunächst weißlich, wird aber schnell schwarz.

241. *Bousigonia tonkinensis* Ph. Eberh., Indochina. Liefert nach T. (12, 44) Lianenkautschuk.

242. *Carissa sp.*, Ostindien. Nach Watt (IV, 343) sollen verschiedene *Carissa*-Arten Kautschuk liefern. Diese scheinen aber niemals zur Kautschukgewinnung benutzt zu sein.

243. *Carpodinus chylorrhiza* K. Schum., tropisches Afrika. Der unter diesem Namen von Schumann (I, 336) beschriebene Halbstrauch soll die Stammpflanze des aus dem südlichen Angola exportierten Wurzelkautschuks darstellen. De Wildeman und Gentil (I, 127) halten es aber für wahrscheinlich, daß diese Pflanze zu der Gattung *Landolphia* zu rechnen ist. Nach Stapf (I, 147) ist sie mit *Landolphia Thollonii* (Nr. 350) nahe verwandt.

244. *Carpodinus congolensis* Stapf, tropisches Afrika. Liefert nach de Wildeman und Durand (A. M. C. II, 147) ausgezeichneten Kautschuk.

245. *C. Etveldeana* de Wild., Kongostaat. Liefert nach de Wildeman und Gentil (I, 107) keinen verwertbaren Kautschuk.

246. *C. fulva* Pierre, Togo. Liefert nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, S. 110) keinen brauchbaren Kautschuk.

247. *C. Gentilii* de Wild., Kongostaat. Der Stengel erreicht nach de Wildeman und Gentil (I, 99) eine Länge von 100 m bei einem Durchmesser von bis zu 55 cm. Der Milchsaft ist aber wertlos.

248. *C. gracilis* Stapf, Angola und Kongostaat. Erreicht nach de Wildeman und Gentil eine Höhe von 1,5 m, liefert minderwertigen Wurzelkautschuk.

249. *Carpodinus hirsuta* Hua., Westafrika. Soll nach de Wildeman und Gentil (I, 98 und 101) in Senegambien verbreitet sein und einen gut zu verwendenden, wenn auch nicht erstklassigen Kautschuk liefern. Von ihr stammt nach T. (1921, 126) hauptsächlich der von der Elfenbeinküste aus unter den Bezeichnungen »*Accra Paste*« und »*La Glu*« in den Handel kommende Kautschuk. Derselbe bildet Kugeln von 2—3 kg und ist minderwertig. Ein aus dem reinen Milchsaft hergestelltes Produkt ergab bei 25% Wasser 66,6% Harz und nur 7,1% Reinkautschuk.

250. *C. Jumellei* Pierre, franz. Kongostaat. Liefert nach Jumelle (I, 356) minderwertigen Kautschuk, der zur Vermischung mit besseren Sorten benutzt wird.

251. *C. lanceolata* K. Schum., Westafrika. Wächst nach Schlechter (I, 232) auf sandigen kurzgrasigen Savannen, nach Moller (T. 1904, 201) in Angola in Höhen zwischen 1200 und 1430 m. Sie wird vielfach für die Stammpflanze des Wurzelkautschuks gehalten. Das aus den Wurzelstöcken isolierte Produkt soll nach Moller (T. 1904, 201) 61—94% Reinkautschuk enthalten. Schlechter gibt dagegen an, daß der von *C. lanceolata* stammende Kautschuk von geringer Qualität sei. Arnaud (R.C.C. 1903,251) konnte weder im Stamm noch in den Wurzeln Kautschuk nachweisen. Nach Schlechter (I, 232) ist die Pflanze schwer zu kultivieren und namentlich gegen Verletzungen der Rhizome sehr empfindlich.

252. *Carpodinus landolphioides* Stapf, trop. Afrika. Nach Gilg (N. B. 5, 69) namentlich am Kamerunberge sehr häufig, wo sie zwischen 600 und 1600 m Meereshöhe vorkommt. Sie liefert einen sehr guten Kautschuk.

253. *C. leptantha* Stapf, Kongostaat. Ob sie Kautschuk enthält, wird von de Wildeman und Durand (A. M. C. 2, 149) bezweifelt.

254. *Carpodinus leucantha* K. Schum., Angola. Bildet nach Schumann (I, 338) alleinstehend 50 cm hohe Sträucher oder klettert an Stützbäumen als Liane bis zu 3 m empor. Soll guten Kautschuk liefern, aber nur in geringen Mengen.

255. *C. ligustrifolia* Stapf und

256. *C. ligustrifolia* Stapf var. *angusta* de Wild., Kongostaat. Liefern nach de Wildeman und Gentil (I, 105) beide keinen verwertbaren Kautschuk.

257. *C. maxima* K. Schum., Kamerun, Franz. Kongo. Gibt nach Jumelle (I, 335) ein minderwertiges Produkt.

258. *C. pauciflora* K. Schum., Togo. Liefert nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, 110) keinen brauchbaren Kautschuk.

259. *Carpodinus turbinata* Stapf, Kongostaat. Liefert nach de Wildeman und Gentil (I, 102) nur wertlosen Kautschuk.

260. *C. uniflora* Stapf, Kamerun und Gabun. Liefert nach de Wildeman und Gentil (I, 98) guten Kautschuk.

261. *Carruthersia scandens* Seem., Fidji-Inseln, Liane. Das daraus gewonnene Produkt ist nach K. B. (1898, 166) wertlos.

262. *Cerbera Odollam* Gaertn., Ostindien bis Australien. Gibt nach Jumelle (I, 65) ein klebriges, weder elastisches, noch widerstandsfähiges Produkt.

263. *Chilocarpus enervis* Hook. f. Malakka, Sumatra. Wird von van Romburgh (I, 8) als Kautschukpflanze angeführt. Liefert aber nach Schlechter (T. 1901, 316) nur eine vogelleimartige Substanz. Nach B. Str. (1920, 52) ist der Milchsaft mit den gewöhnlichen Mitteln nicht zur Koagulation zu bringen. Die durch Eindampfen der Milch gewonnene Masse war wenig elastisch und bestand zu $^3/_4$ aus Harzen.

264. *Chonemomorpha macrophylla* G. Don., Ostindien, Malaya. Am Himalaja bis zur Seehöhe von 1500 m. Liefert nach Watt (IV, 343) guten Kautschuk. Die Vermehrung der Pflanze gelingt nach van Romburgh (I, 130) sowohl durch Samen als auch durch Stecklinge. 14 Jahre alte Stämme hatten in Buitenzorg erst einen Stamm von 4—5 cm Dicke gebildet. Aus Schnitten floß bei ihnen ein stark bitter schmeckender Saft aus. Ein Teil des darin enthaltenen Kautschuks gerinnt schon in der Wunde. Der Kautschuk soll von guter Qualität sein. Eine vom Imperial Institute (B. I, I, 2, 160) untersuchte aus Burma stammende Probe enthielt 60% Reinkautschuk und 37,6% Harz.

Clitandra Arnoldiana de Wild. = *C. orientalis* K. Schum.

265. *Clitandra Barteri* Stapf, Togo. Gibt nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, 100) keinen brauchbaren Kautschuk.

266. *Clitandra cirrhosa* Radl., westliches Zentralafrika. Liefert nach Jumelle (I, 364) wahrscheinlich keinen brauchbaren Kautschuk. Bei einer entgegengesetzten Angabe von Bonnet handelt es sich nach de Wildeman und Gentil (I, 76) wahrscheinlich um eine neue Art, die eher mit *C. Schweinfurthi* K. Schum. verwandt ist.

267. *C. elastica* Chev., Elfenbeinküste. Liefert nach Chevalier (A. P. Ch. 1808, 64) Kautschuk. Der Milchsaft ist aber schwer zur Koagulation zu bringen. Am besten soll dies gelingen, wenn man den mit Wasser verdünnten Milchsaft längere Zeit sieden läßt und den hierbei ausfallenden, aber noch nicht zusammenhaftenden Kautschuk zwischen den Händen zusammenknetet.

268. *C. eugeniifolia* Chev., Elfenbeinküste. Liefert nach Chevalier (T. 13, 59) Kautschuk.

269. *C. flavidiflora* Hall. f., Westafrika. Wird nach Hallier (J. H. 3, 124) von den Eingeborenen Oberguineas als die beste Kautschukliane bezeichnet.

270. *Clitandra Gentilii* de Wild., Kongostaat. Milchsaft nach de Wildeman und Gentil (I, 112) wertlos.

271. *C. Henriquesiana* K. Schum., Kongostaat, Angola. Bildet nach Schumann (I, 336) 50—60 cm hohe Sträucher, die ein guttaperchaähnliches, aber wertloses Produkt liefern sollen. Nach Heim (I) liefern drei Jahre alte Wurzelstöcke bei der Extraktion mit Schwefelkohlenstoff 11,05% Rohkautschuk mit 6,01% Harz, bei der mechanischen Isolierung 7,8% Rohkautschuk mit 3,4% Harz. Nach Moller (T. 1904, 201) wurden in den Wurzelstöcken 7,8% Rohkautschuk nachgewiesen. Dieser soll 73,6—93,4% Reinkautschuk enthalten.

272. *C. Lacourtiana* de Wild., Kongostaat. Gibt nach de Wildeman und Gentil (I, 110) wenig und überdies wertlosen Kautschuk.

273. *C. laurifolia* Chev., Elfenbeinküste. Liefert nach Chevalier (T. 13, 59) Kautschuk.

274. *C. laxiflora* Hallier f., Togo. Liefert nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, 110) keinen brauchbaren Kautschuk.

275 *Clitandra leptantha* Hall. f., Kamerun. Liefert nach Hallier (J. H. 3, 123) keinen brauchbaren Kautschuk.

276. *Clitandra Mannii* Stapf, Guinea, Kamerun. Liefert nach Hallier (J. H. 3, 125) keinen brauchbaren Kautschuk.

277. *Clitandra nzunde* de Wild., Kongostaat. Gibt nach de Wildeman und Gentil (I, 83) einen ausgezeichneten schwarzen Kautschuk, der aus dem Milchsaft leicht durch kochendes Wasser zur Koagulation zu bringen ist.

278. *C. orientalis* K. Schum. = *C. Arnoldiana* de Wild., tropisches Afrika. Nach de Wildeman und Gentil (I, 80) im Kongostaat sehr verbreitet, liefert einen erstklassigen Kautschuk. »*Noir du Congo.*« Nach Stapf (I, 594) ist sie auch eine der besten Kautschukpflanzen von Uganda, wo sie in Höhen bis zu 1300 m beobachtet wurde. Sie wird nach P. (4, 222) von den dortigen Eingeborenen »Kappa« genannt. Der Milchsaft wird durch Erwärmen koaguliert, das Koagulum zwischen Walzen gepreßt. Die Analyse ergab 68,20% Reinkautschuk und 7,71% Harz.

Im Kongostaat wird nach de Wildeman und Gentil (I, 32) der aufgefangene Milchsaft vielfach durch Aufkochen oder Eingießen in kochendes Wasser koaguliert. Die letztere Methode, bei der die Fällung augenblicklich geschieht, soll den besten Kautschuk liefern. Ferner kann man aber auch durch Zusatz verschiedener Reagenzien die Koagulation des Milchsaftes beschleunigen, und zwar werden zu diesem Zwecke namentlich verschiedene saure Pflanzensäfte verwandt. In Westafrika benutzt man namentlich den Saft der sogenannten »*Bossanga*«-Pflanze (*Costus Lukasianus* K. Schum. und andere *Costus sp.*). Dieser wird einfach durch Torsion der Stengel ausgepreßt. Nach Jumelle (I, 37) werden zu dem gleichen Zwecke auch die Früchte des »*Baobab*« (*Adansonia digitata* L.), deren Pulpa in Wasser mazeriert wird, verwandt. Ferner erwähnt Jumelle als Koagulationsmittel auch die Blätter von *Bauhinia reticulata* L. und *Hibiscus Sabdariffa* L. und die Früchte von *Tamarindus indica* L.

279. *Clitandra Schweinfurthi* Stapf, Nilländer. Liefert nach Rein (T. 1909, 378) sehr minderwertigen Kautschuk.

280. *C. Simoni* Gilg, Nordwest-Kamerun. Liefert nach Gilg (N. B. 4, 169) ausgezeichneten Kautschuk.

281. *C. togolana* Stapf, Togo. Liefert nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, 110) keinen brauchbaren Kautschuk.

282. *Diplorhynchus mossambicensis* Benth., Unterer Zambesi, Kongo. Bis 10 m hoher Baum. Die Früchte geben nach T. (5, 506) reichlichen Milchsaft, und das daraus gewonnene Produkt soll vorzügliche Guttapercha darstellen. Nach Thoms (T. 1905, 40) soll diese aber fast ausschließlich aus Harz bestehen und wertlos sein.

283. *Dyera.* Von verschiedenen Arten der Gattung *Dyera* stammt hauptsächlich der von Borneo aus in den Handel kommende »*Djelutung*«, der früher auch als »*dead Borneo*« oder »*Pontianak*« bezeichnet wurde. Nach van Romburgh (II, 163) erreichen die *Dyera*-Bäume eine Höhe von bis zu 45 m mit einem Stammumfang von bis zu 7½ m. Zur Anzapfung der Bäume wird nach Te Wechel (Tey. 1911, 591), ähnlich wie bei der Anzapfung der *Hevea*-Bäume in Brasilien, zunächst ein Pfad in den Urwald geschlagen, der die einzelnen *Dyera*-Bäume miteinander verbindet. Dann werden an den Bäumen mit dem Buschmesser etwa vier bis sechs handbreite Wunden angebracht, und diese werden an den folgenden Zapftagen durch neue Einschnitte verbreitert, und wenn sie einander nahezu berühren, werden ober- und unterhalb derselben neue Wunden angebracht, bis schließlich der ganze vom Boden aus erreichbare Teil des Stammes angezapft ist.

Aus den Wunden strömt nun zunächst eine wässrige Flüssigkeit aus, die man am Stamme herabfließen läßt. Nach etwa fünf Minuten folgt dann ein dicker Milch-

saft, der an der Rinde zu einer breiigen Masse erstarrt, die mit einem hölzernen Spatel eingesammelt wird. Diese Masse wird dann in einem aus Baumrinde gefertigten Fasse, mit der dreifachen Menge Wasser und etwas Petroleum und vor dem Gebrauch erhitztem Gipspulver vermengt, zwei Stunden lang umgerührt und dann ruhig stehen gelassen. Am folgenden Morgen läßt man die unter der nun koagulierten Masse stehende Flüssigkeit durch eine am Grunde des Fasses angebrachte Öffnung abfließen. Am Abend wird dann die noch wenig zusammenhaftende zylinderförmige Masse aus dem Faß herausgenommen und wiederholt mit warmem Wasser übergossen, und dann wird durch Mangeln mit einer Flasche eine gleichmäßige Oberfläche hergestellt. Die so erhaltenen Blöcke werden bis zum Abtransport in fließendem Wasser aufbewahrt. Nachdem die Bäume in dieser Weise etwa ein Jahr lang angezapft sind, werden sie verlassen und sind auch bei dieser rohen Zapfmethode derartig beschädigt, daß sie allmählich fast ausnahmslos absterben. Wird aber das Verwunden der Bäume mit der nötigen Vorsicht ausgeführt, so können diese, wie die unter europäischer Leitung ausgeführten Zapfungen ergeben haben, jahrelang ohne Beschädigung ausgebeutet werden.

Der *Djelutung* kommt nach Heyne (IV, 70) in der Form von verschieden großen, viereckigen oder halbrunden Blöcken in den Handel. Diese sind sehr weich, ganz unelastisch und fast immer stark wasserhaltig. Ihre Farbe ist weißlichgrau, an der Oberfläche meist etwas dunkler. Sie besitzen einen charakteristischen, intensiven, unangenehmen Geruch. In zwei Proben wurden auf wasserfreie Substanz berechnet 21,5 und 22% Reinkautschuk, und 78,5 bzw. 78% Harze gefunden. Der Wassergehalt betrug 18,9 und 27,2%.

Von der United Rubber Co. wurde im Jahre 1909 die erste und 1912 eine zweite Fabrik errichtet, in der aus dem *Djelutung* die größte Menge der Harze entfernt wird. Das in diesen Werken hergestellte Produkt enthält 4% Harze und 93% Reinkautschuk. Die Harze werden unter der Bezeichnung Djelutungharze ebenfalls in den Handel gebracht. Der *Djelutung* wird hauptsächlich als Zusatz zum Kautschuk benutzt und außerdem auch in der Asbest-, Zelluloid- und Linoleumfabrikation.

Von welcher Art der Djelutung-Kautschuk stammt, ist noch nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen. Außer den im nachfolgenden genannten *Dyera*-Arten werden auch *Alstonia*-Arten (Nr. 228, 232, 233, 236, 237) und *Rauwolfia spectabilis* (Nr. 394) als Stammpflanzen von *Djelutung* angeführt.

284. *Dyera costulata* Hook. f. = *Alstonia costulata* Miq. kommt nach Heyne (IV, 72) auf der Malaiischen Halbinsel von der Küste bis zu einer Meereshöhe von über 150 m vor, aber selten auf morastigen Standorten. Sie liefert einen großen Teil des dort gewonnenen Djelutung. Ob sie auch auf Borneo vorkommt, ist noch nicht mit Sicherheit erwiesen. Die angeschnittene Rinde besitzt eine rötliche Färbung.

285. *Dyera laxiflora* Hook. f. Kommt nach Heyne (IV, 72) auf der Malaiischen Halbinsel an den gleichen Standorten wie *D. costulata* vor. Sie ist von dieser Art durch die auf der Schnittfläche weiß erscheinende Rinde zu unterscheiden. Sie liefert bedeutend geringere Erträge als *D. costulata*.

286. *Dyera Lowii* Hook. f. Ist nach Heyne (IV, 71) auf Borneo sicher als Lieferant von *Djelutung* nachgewiesen.

287. *Ecdysanthera annamensis* Vernet, Cochinchina, Liane. Aus der Rinde wurden nach Ridley (B. Str. 1905, 10) 5,23—6,63% Kautschuk gewonnen.

288. *E. cambodiensis* Pierre, Cochinchina. Gibt nach Pierre (R. C. C. 1902, 228) Kautschuk.

289. *E. Godefroyana* Pierre, Cochinchina. Liefert nach Pierre (R. C. C. 1902, 228) ausgezeichneten Kautschuk.

290. *E. Langbiani* Vernet, Siam, Annam. Nach Ridley (B. Str. 1905, 10) wurden aus der Wurzelrinde 7,45, aus der Stammrinde 7,64% Kautschuk erhalten.

291. *E. linearicarpa* Pierre, Cochinchina. Gibt nach Pierre (R. C. C. 1902, 228) Kautschuk.

292. *E. micrantha* DC., Himalajagebiet, Burma. Kommt nach Jumelle (I, 420) in Sikkim bis zu einer Meereshöhe von

1700 m, in Assam zwischen 600 und 1300 m vor. Sie soll dichten und feuchten Urwald lieben, sich aber in höher gelegenen Gegenden kräftiger entwickeln und auch reicher an Kautschuk sein. Die Vermehrung soll am besten durch Stecklinge geschehen, die Kultur aber nicht lohnen, da 12—14 Jahre alte Lianen nur 200 g Kautschuk liefern. Eine aus Birma stammende Milchsaftprobe lieferte nach B. I. I. (3, 231) 25% Rohkautschuk, in dem 84,1% Reinkautschuk und 11,5% Harz gefunden wurden.

E. pedunculosa Miq. = *Parameria pedunculosa* Benth. Nr. 385.

293. *E. Quintareti* Pierre, Laos. Wurde von Quintaret (R. C. C. 1902, 206) unter der Bezeichnung *E. micrantha* DC. beschrieben. Nach Pierre (R.C.C.1902, 225) handelt es sich aber um eine neue, von ihm als *E. Quintareti* bezeichnete Art. Sie liefert guten Kautschuk, der durch Zitronensäure leicht gefällt werden kann.

294. *E. Tournieri* Pierre, Indochina. Gibt nach Pierre (R. C. C. 1902, 228) guten Kautschuk.

295. *Forsteronia floribunda* Müll. Arg., Jamaika, Brasilien, Liane. Liefert nach K. B. (1888, 70) guten Kautschuk, von dem aber niemals größere Quantitäten nach Europa gekommen zu sein scheinen In K. B. (1888, 293) wurde derselbe günstig beurteilt.

296. *F. gracilis* Müll. Arg., Britisch u Niederländisch Guayana, Liane. Liefert nach K. B. (1888, 69) und Hering (R. C. C. 14, 27) guten, schwarzen Kautschuk.

Funtumia africana Stapf = *Kickxia africana* Benth. Nr. 304.

F. elastica Stapf = *Kickxia elastica* Preuß. Nr. 305.

297. *Hancornia speciosa* Gom., Para guay bis Venezuela. Die Pflanze wird *„Mangabeira“*, der von derselben gewonnene Kautschuk *„Mangabeira*-Kautschuk“ genannt. Die Bäumchen von 2—3 selten bis 5 m Höhe werden ihrer eßbaren Früchte wegen vielfach angepflanzt. Sie finden sich wild in der Obstgartensteppe namentlich in Gebirgsgegenden von 900 bis 1500 m Meereshöhe. Sie sind nach Blumenau (T. 1900, 440) gegen größere Nässe sehr empfindlich, gegen sehr starke und lange andauernde Trockenheit und schlechteste Standorte aber erstaunlich widerstandsfähig. Die Kautschukgewinnung schildert Ule (I, 28) in folgender Weise: Man führt am Stamm und den Ästen mit einem an der Spitze gekrümmten Messer von oben nach unten einen Schnitt in Schlangenlinien aus. Auf diese Weise wird der Baum bis auf den Splint geritzt, und bei weniger Sorgfalt oft auch das Holz mit verletzt. Ist der Schnitt geschickt ausgeführt, so läuft die gesamte Kautschukmilch in einer einzigen Rinne nach unten und wird dort in einem kleinen in die Rinde gedrückten Blechbecher aufgefangen. Die sich ansammelnde Milch wird in Flaschen oder Blechkannen gesammelt und in der Hütte zum Gerinnen gebracht. Vielfach wird die Kautschukmilch in flache Gefäße ausgegossen und dann entweder erwärmt oder mit gestoßenem Alaun vermischt, so daß sie bald dick wird und durch etwas Kneten zu einem meist breitgedrückten Klumpen verarbeitet werden kann. Die Methode des Erwärmens ist vorzuziehen.

In neuerer Zeit wird vielfach noch eine besonders nachteilige Methode angewendet, indem man um den Stamm den Boden ausgräbt und den Baum dicht über der Wurzel anschneidet. Der so gewonnene Kautschuk soll von besonders guter Beschaffenheit sein. Das Anzapfen an der Wurzel ist aber aus dem Grunde schädlich, weil in der Regel die ausgegrabene Erde nicht wieder in die Löcher gefüllt wird und der Wurzelhals entblößt bleibt.

Nach Hoff (R. C. C. 1899, 88) wird zur Koagulation ein Gemisch von 2 Teilen Alaun und 1 Teil Kochsalz verwandt. Ein Baum soll nach Angabe des gleichen Autors 1—5 kg Milchsaft liefern. Nach Ule (I, 9) soll ferner ein Zapfer in früheren Zeiten an einem Tage 6—8 kg geerntet haben, jetzt aber oft mit 1 kg zufrieden sein.

Der Mangabeira-Kautschuk kommt in Form ziemlich großer, außen braunroter, innen hellrosa gefärbter Kuchen von süßlichem Geruch in den Handel. Nach Henriques (I, 12) werden aber auch flache Platten, sogenannte »*Rio*« und »*Santos Sheets*«, erzeugt, welche wasser- und harzärmer, daher geschätzter sind.

Nach Ule (I, 9) wird der Mangabeira-Kautschuk oft mit anderen Stoffen, wie der Milch von *Plumiera drastica* Mart. verfälscht und steht dann entsprechend niedrig im Preise. Gut präparierter Mangabeira-Kautschuk hat aber eine große Elastizität, die diejenige des *Manihot*-Kautschuks übertrifft. Im Welthandel spielt der Mangabeira-Kautschuk keine sehr große Rolle. Überdies scheinen die wilden Bestände immer mehr ausgerottet zu werden. Zum Anbau ist aber *H. speciosa* wegen ihres langsamen Wuchses nicht geeignet. Nach Ule (I, 40) sollen die Bäume erst nach 20—25 Jahren zapffähig werden, und außerdem hat sich herausgestellt, daß sie nach dem ersten Schnitt anfangen zu kränkeln. Bei Campinas wurde auf einer Pflanzung die Kultur im Großen betrieben, aber als unrentabel wieder aufgegeben.

298. *Holarrhena africana* DC., Lagos. Liefert nach Leigh und Dawodu (K. B. 1899, 33) Kautschuk.

299. *Holarrhena microteranthera* K. Schum., Dondeland. »*Piripiri*.« Nach Mannich (T. 1903, 183) wird der Kautschuk aus den Blättern und Blattstielen gewonnen. Der Milchsaft koaguliert an der Luft ohne Zusatz leicht. Mannich fand in dem Kautschuk 79,9% Reinkautschuk.

300. *H. Wulfsbergii* Stapf, tropisches Afrika. Gibt nach Chevalier (A. P. Ch. 3, 357) viel Milchsaft, der aber bei der Koagulation nur eine klebrige Masse liefert.

301. *Hunteria corymbosa* Roxb., Sumatra, Liane. Van Romburgh (I, 3) konnte nachweisen, daß der Milchsaft durch Kochen koaguliert wird. Nach Heyne (IV, 74) wird er aber nur als Heilmittel verwandt.

302. *Hymenolophus Romburghii* Boerl., Westliches Sumatra. Gibt nach van Romburgh (I, 7) guten Kautschuk, der von den Chinesen unter Wasser aufbewahrt wird.

303. *Ichnocarpus xanthogalax* Schltr., Deutsch-Neuguinea. Nach Schlechter (II, 126) Liane mit selten über 5 cm dickem Stamm. Der Milchsaft und auch der daraus gewonnene frische Kautschuk sind schwefelgelb gefärbt.

Kickxia. Von Stapf (K. B. 1899) wurden die afrikanischen Arten der Gattung *Kickxia* von den malaiischen abgetrennt und zu einer neuen, als *Funtumia* bezeichneten Gattung gestellt.

304. *Kickxia africana* Benth., Westafrika. Liefert nach Preuß (N. B. 2, 353) keinen brauchbaren Kautschuk.

305. *K. elastica* Preuß, Westafrika bis Uganda. »Seidenkautschuk« »*Silkrubber*«. Als die Stammpflanze des von Lagos auf den Markt gebrachten Silkrubber wurde anfangs *K. africana* Benth. angesehen. Von Preuß (N. B. 2, 353) wurde aber nachgewiesen, daß derselbe von einer neuen, von ihm unter der Bezeichnung *K. elastica* beschriebenen Art stammt. Diese ist außer an der Westküste von Afrika südlich bis in den Kongostaat hinein auch in Uganda nachgewiesen. Die Bäume erreichen im Urwald eine Höhe bis zu 30 m. Sie gedeihen am besten im feuchten und heißen Tropenklima in einer Meereshöhe bis zu etwa 500 m. In Uganda kommen sie aber nach Christy (I, 62) auch noch in Höhen von 1200—1500 m vor.

Die Gewinnung des Milchsaftes geschieht nach Henriques (I, 19) in Lagos in der Weise, daß in die Baumrinde lange Rinnen geschlagen werden, die in eine vom Gipfel bis zum Grunde führende Hauptrinne münden, in der der Milchsaft herabfließt, so daß er in einem untergestellten Gefäße aufgefangen werden kann. Den eingesammelten Milchsaft läßt man mit Palmblättern bedeckt 12 bis 14 Tage stehen, bis das Wasser verdunstet ist. Der Kautschuk wird dann geknetet und gepreßt und kommt in Form von Bällen in den Handel. In einzelnen Gegenden Kameruns und des Lagoshinterlandes werden dagegen die Bäume gefällt, und es wird aus ringförmig um den Stamm eingehauenen Kanälen der Milchsaft gewonnen.

Der Milchsaft von *K. elastica* ist bedeutend schwerer zu koagulieren als der der meisten anderen Kautschukpflanzen. Nach Fickendey (T. 13, 205) wird dieses eigentümliche Verhalten teils durch die Kleinheit der Kautschukkügelchen (Globuloide), teils durch die chemische Zusammensetzung des Milchsaftes verursacht. Schlechter schlägt nach

Reintgen (I, 166) als bestes Koagulationsverfahren das durch Kochen der Milch in irdenen Töpfen nach Zusatz der drei- bis sechsfachen Menge von Wasser vor, wobei die Flüssigkeit beständig umgerührt werden muß. Bessere Resultate erhält man nach Christy (I, 218) bei einem Zusatz von Tannin oder Sublimat, besonders, wenn man den Milchsaft vorher 10 Tage stehen läßt. Bei frischem Milchsaft gelingt die Koagulation nur, wenn dem Saft zuvor etwas Essigsäure zugesetzt wird. Eine Koagulation ohne Essigsäure gelingt nach Christy nur durch Formol, und zwar wird dieses direkt dem frischen, unverdünnten Milchsaft zugesetzt. Auch durch Eingießen von mit Purub (Fluorwasserstoffsäure) versetztem Milchsaft in kochendes Wasser wurden gute Resultate erhalten. Außerdem soll auch durch den Milchsaft verschiedener *Strophanthus*-Arten eine Koagulation des *Kickxia*-Milchsaftes bewirkt werden.

Schulte im Hofe (T. 1913, 580) empfiehlt folgende Aufbereitungsmethode: Ein Liter Milchsaft wird in eine 40 cm lange, 30 cm breite und 10 cm hohe Schale eingegossen und dann werden unter stetem Umrühren etwa 75 ccm 20prozentige Gerbsäurelösung zugesetzt. Nach etwa 2 Minuten ist die Milch soweit koaguliert, daß der gebildete Kuchen mit den Händen umgedreht werden kann, und nach einer weiteren Minute ist die gesamte Milch koaguliert. Der Kuchen wird dann so schnell wie möglich zwischen geriffelten Walzen zu einem Fell ausgewalzt. Nach dem Walzen läßt man die Felle einige Zeit in Wasser, am besten fließendem, liegen und trocknet dann in der gewöhnlichen Weise. Der so gewonnene Kautschuk soll sich durch große Nervigkeit auszeichnen.

Da die Kultur von *Kickxia elastica* von verschiedenen Seiten für sehr rentabel erklärt war, wurde diese in Kamerun in großem Stile angebaut. Auch in anderen Gegenden wurden mehr oder weniger große Versuchspflanzungen angelegt. Sehr ungünstig ist nun aber für die Rentabilität der *Kickxia*-Pflanzungen daß die Bäume nach jeder Zapfung großer Ruhepausen bedürfen. Wie von Picht (T. 1920, 10) nachgewiesen wurde, sind auch die Erträge keineswegs so groß, wie vielfach angegeben wurde. Zu berücksichtigen ist ferner noch, daß *K. elastica* an Boden und Klima ungefähr gleich große Anforderungen stellt, wie *Hevea brasiliensis*.

306. *K. Scheffleri* K. Schum., Deutsch-Ostafrika. Liefert nach Lommel (P. 1, 143) keinen brauchbaren Kautschuk.

307. *Landolphia amoena* Hua, Sudan. Liefert nach Hua u. Chevalier (J. B. 15, 76) ein bröckeliges, nicht verwertbares Produkt.

308. *Landolphia arborescens* Jum. et Perr., Nordmadagaskar. Gibt nach T. (1912, 103) Kautschuk.

309. *L. Boivini* Pierre, Nordmadagaskar. Liefert nach T. (1912, 103) Kautschuk.

310. *L. comorensis* K. Schum., von Stapf (I, 39) als *L. florida* Benth. var. *leiantha Oliv.* bezeichnet. Tropisches Afrika, scheint meist schlechten Kautschuk zu liefern. Schumann (II, 446) behauptet allerdings das Gegenteil, gibt aber an, daß der Milchsaft einen guten Klebstoff abgibt. Nach Warburg (I, 118 u. T. 1899, 222) soll *L. comorensis* in den höheren Lagen des Kamerungebirges guten Kautschuk liefern.

311. *L. corticata* Jum. et Perrier, Ostmadagaskar. Nach Jumelle (R. R. I. 40) enthält die Rinde 5% Kautschuk, und können aus einer Liane etwa 275 g gewonnen werden.

312. *Landolphia crassipes* Radl., Nordmadagaskar. Nach Baron (R. M. 1905, 247) wahrscheinlich eine der Stammpflanzen des als »*Fingotra*« bezeichneten Kautschuks. Nach Jumelle (R. R. I. 37) liefert die Liane zwar guten Kautschuk; sie ist aber verhältnismäßig selten.

313. *L. Dawei* Stapf, Uganda. Nach Stapf (I, 590) in Höhen bis zu 1400 m. Liefert guten Kautschuk. Nach T. (4, 222) wird aus der gesammelten Milch der Kautschuk mit Kochsalz ausgefällt und das Koagulat zwischen Walzen gepreßt. Die so erhaltenen olivgrauen Fladen besitzen eine gute Elastizität. Die Analyse ergab 66,28% Reinkautschuk und 8,68% Harz.

314. *L. delagoensis* Pierre, Delagoabucht. Liefert nach Warburg (I, 120) guten Kautschuk.

315. *L. dondeensis* Busse, von Stapf (I, 56) als *L. Kirkii* Th. Dyer var. *don-*

deensis Stapf bezeichnet. Ostafrika. Liefert nach Busse (T. 1901, 403 u. B. Jr. 32, 199) im Dondeland ausgezeichneten Kautschuk.

319. *Landolphia Droogmansiana* de Wild., Kongostaat. Gibt nach de Wildeman und Gentil (I, 59) ausgezeichneten Kautschuk, scheint aber nur wenig verbreitet.

317. *Landolphia Dubardi* Pierre, Ostküste Madagaskars. Liefert nach Pierre (A. P. Ch. 4, 109) guten Kautschuk.

318. *L. Dubreucqiana* de Wild., Kongostaat. Milchsaft nach de Wildeman und Gentil (I, 92) wertlos.

319. *L. fingimena* Pierre, Madagaskar. Wächst nach Jumelle (R. R. I. 37) auf trockenem, steinigem Gelände in Höhen von bis zu 1000 m. Sie liefert guten Kautschuk, ist aber verhältnismäßig selten.

320. *L. florida* Benth., im ganzen tropischen Afrika verbreitet. Liefert nach den Angaben der meisten Autoren nur wertlosen Kautschuk; vgl. Busse (B. J. 32, 172), Chevalier (J. A. T. 1905 357), Jumelle (I, 286), von Liebert (T. 1900, 368), Thoms (N. B. 5, 115), Volkens (N. B. 1904, App. 2, 110) u. a. Nach Preuß (T. 1898, 157) soll nun allerdings *L. florida* von allen ihm bekannten Lianen den besten Kautschuk liefern. Er gibt ferner an, daß Pflanzen, die auf St. Thomé in einer Höhe von etwa 700 m ausgepflanzt waren, sich innerhalb von 5 Jahren bis 25 m hoch an den Bäumen emporgeschlungen hatten. Nach Harding (R. C. C. 1902, 18) soll *L. florida* auch in Rhodesia guten Kautschuk liefern.

321. *L. Foreti* Jum., französischer Kongostaat. Liefert nach Jumelle (I. 310) zwar keinen erstklassigen, aber doch gut zu verwendenden Kautschuk.

322. *L. Gentilii* de Wild., Kongostaat. Liefert nach de Wildeman und Gentil (I, 61) ausgezeichneten Kautschuk, »*Rouge de Kassai*«. Soll nach Stapf (I, 51) wahrscheinlich mit *L. owariensis* identisch sein.

323. *L. grammifera* Lam., Madagaskar. Liefert nach Baron (R. M. 1905, 247) einen Teil des als »fingotra« bezeichneten Kautschuks.

L. Henriquesiana. Hall. f. = *Clitandra Henriquesiana* K. Schum. Nr. 271.

324. *L. Heudelotii* A. DC. Die wichtigste Kautschukliane von Oberguinea und dem Sudan. Nach Hamet (A. P. Ch. 1, 39) wächst sie im Sudan auf dem unfruchtbarsten Boden, wo Sonnenglut und Termiten alle andere Vegetation vernichtet haben. Sie wächst bald alleinstehend als Strauch, bald schlingt sie sich als Liane an benachbarten Bäumen empor. Schumann (I, 448) gibt an, daß sie häufig horizontale Dickichte über dem Erdboden bildet. Nach Paroisse (J. A. T. 1904, 345) liebt sie steinigen Boden und stellt an den Nährstoffgehalt desselben sehr geringe Anforderungen. Sie soll ferner zum mindesten in der Jugend in der vollen Sonne am besten gedeihen und durch einigermaßen starken Schatten in ihrem Wachstum behindert werden. Nach Jumelle (I, 293) wächst sie an der Senegalküste in reinem Sand. und dringt nur selten in die Wälder ein.

Über die Erträge liegen in der Literatur sehr voneinander abweichende Angaben vor. Nach Hamet (A. P. Ch. 1, 42) soll man schon im 5. Jahre mit dem Anzapfen der Lianen beginnen können, und eine erwachsene Pflanze soll 2—3 kg Kautschuk liefern. Nach Jumelle (I, 298) soll die Ernte dagegen nicht vor dem 8.—10. Jahre beginnen können. Die Stengel sollen dann einen Durchmesser von etwa 5 cm haben. Selbst Lianen von 20—50 Jahren sollen aber bei zweimaligem Anzapfen im Jahre nur etwa 50 kg Kautschuk liefern. Nur uralte Pflanzen mit einem Stammumfang von etwa 1,3 m sollen mehr als $1^1/_3$ kg Kautschuk geben. Ein einzelner Arbeiter soll ferner selbst da, wo sehr viele Lianen vorkommen, schwer mehr als 300 g Kautschuk an einem Tage einsammeln können. Nach Dybowsky (A. P. Ch. 1904, 272) enthalten die jungen Pflanzen nicht nur wenig, sondern auch minderwertigen Kautschuk.

Die Gewinnung des Kautschuks findet nach Jumelle (I, 297) in der trockenen Zeit statt, und zwar läßt man den Milchsaft entweder unter Zuhilfenahme von Salzlösung oder Zitronensaft auf dem Stamm selbst koagulieren oder fängt ihn in geeigneten Gefäßen auf, um ihn dann durch Stehenlassen an der Luft zum Koagulieren zu bringen oder durch Kochen oder durch Zusatz von Zitronensaft,

Baobabpulpa od. dgl. Nach Hamet (A. P. Ch. 1, 23) soll die Abscheidung des Kautschuks aus dem Milchsaft am besten durch Zentrifugieren bewirkt werden.

Die Kultur von *L. Heudelotii* wurde nach Dybowsky (A. P. Ch. 1904, 271) in Französisch Guinea aus Stecklingen und Samen in großem Maßstabe versucht, aber wieder aufgegeben, weil die betreffenden Pflanzen zu langsam und launenhaft wuchsen. Nach Paroisse (J A. T. 1904, 345) hatte ein auf schlechtem Boden stehendes Exemplar in der Mitte des 3. Jahres die dreifache Höhe eines Negers erreicht. Nach Godefroy-Lebeuf (J. A. T. 1901, 184) gelingt die Vermehrung leicht mit sehr jungen Zweigstücken, die nur ein paar ausgewachsene Blätter haben. Diese sollen, wenn sie unter einer Glasglocke oder einem Fenster ganz feucht gehalten werden, in einem Monat sämtlich bewurzelt sein. Pobeguin (J. A. T. 1901, 125) empfiehlt mehrere Samen an Ort und Stelle auszusäen und später auszudünnen.

325. *L. hispidula* Pierre, Ostküste Madagaskars. »Fingomainty«. Liefert nach Pierre (A. P. Ch. 1904, 108) guten Kautschuk.

326. *L. humilis K. Sch.* Kongogebiet. Bildet nach de Wildeman u. Gentil (I, 124) bis 1½ m hohe Büsche. Sie enthält Kautschuk nur in den Rhizomen, nach Arnaud (R. C. C. 1903, 251) 1,02 bis 1,58%. Eine Gewinnung desselben im Großen scheint bisher nicht stattgefunden zu haben.

327. *L. kilimandjarica* Stapf = *Clitandra kilimandjarica* Warb. Am Kilimandscharo. Liefert nach T. (1902, 35) guten Kautschuk.

328. *Landolphia Karkii* The. Dyer, Ostafrika. »*Mozambique rouge*«, »*Mozambique blanc*«, »*Nyassa*«, »*Pinc rubber*«. Liefert den größten Teil des von Ostafrika aus in den Handel kommenden Wildkautschuks. Nach Busse (T. 1901, 403) gedeiht sie namentlich an schattigen feuchten Standorten. Im Tangabezirk konnte ich vielfach beobachten, daß das Anzapfen der Lianen durch bis auf das Holz gehende Tangentialschnitte geschah. Zur Beschleunigung der Koagulation wurde teils Salzwasser, teils Zitronensaft verwandt. Mit diesen Flüssigkeiten wurden entweder die Stengel vor dem Verwunden eingerieben, oder es wurde der aus den Wunden austretende Milchsaft damit bespritzt. Es wurde aber von den Eingeborenen behauptet, daß durch Zitronensaft die Lianen mehr beschädigt werden als durch Salzwasser. An manchen Orten wird auch Meerwasser zur Koagulation des Milchsaftes verwandt. In Pemba wird nach R. C. C. (10, 162) zur Koagulation des Milchsaftes Salzwasser benutzt oder der ausfließende Saft auf den Armen ausgestrichen, wobei die Koagulation wohl in erster Linie durch die Erwärmung und Verdunstung, vielleicht auch durch die chemische Wirkung des Schweißes gefördert wird. Ein Arbeiter soll dort an einem Tage 1,5 kg Kautschuk ernten können.

Nach vom Imperial-Institute (B. I. I. 2, 95 und 153, 3, 324) ausgeführten Analysen enthielten zwei von Natal stammende Proben 83,3 (96,8%) Reinkautschuk und 11,3 (7,5%) Harze, drei von Britisch-Ostafrika stammende Proben 76,6 (78,2 und 86,1%) Reinkautschuk und 4,1 (4,5 und 12,8%) Harz und eine unter der Bezeichnung »*Muteke*« von Rhodesia eingesandte Probe 81,2% Reinkautschuk und 10,2% Harz. Thoms (N. B. 5, 115) fand in einer aus Deutsch-Ostafrika stammenden Probe 78,14% Reinkautschuk und 11,14% Harz.

329. *L. Klainei* Pierre, Westafrika. Im Kongostaat nach de Wildeman und Gentil (I, 68) nicht sehr verbreitet. Sie wird dort aber wegen ihres schnellen Wuchses, ihres ausgezeichneten Kautschuks und ihrer reichlichen Fruktifikation vielfach kultiviert. An zwei verschiedenen Orten wurden nach de Wildeman und Gentil (I, 75) Pflanzen gefunden, die von der typischen *L. Klainei* nicht zu unterscheiden waren, aber doch schlechten Kautschuk lieferten. Eine große Liane lieferte nach de Wildeman und Gentil (I, 75) in einer Stunde 176 g an der Luft koagulierten Milchsaft, aus dem 120 g trockener Kautschuk gewonnen wurde. Aus der zerriebenen Rinde wurden 6% des Gewichtes an Kautschuk gewonnen. Arnaud (R. C. C. 1903, 251) erhielt dagegen aus der Stammrinde nur 3,03% Kautschuk.

Die Gewinnung des Landolphien-Kautschuks geschieht nach de Wildeman und Gentil (I, 151) im Kongostaat durch horizontale Einschnitte, die nicht mehr als zwei Drittel des Stammumfanges einnehmen und etwa 20 cm voneinander entfernt sind. Von den am Vormittage in dieser Weise verwundeten Stengeln wird am Nachmittage oder folgenden Morgen der auf der Rinde koagulierte Kautschuk eingesammelt. Dieser wird entweder um kleine Stäbchen gewickelt und erhält dann eine spindelförmige Gestalt (»*spindles*«) oder zu Bällen (»*balls*«) vereinigt. Zuweilen wird der Kautschuk auch in würfelförmige oder unregelmäßige Stücke (»*thimbles*«) zerschnitten.

330. *Landolphia Laurentii* de Wild. (von Stapf [I, 30] als *Vahadenia Laurentii* Stapf bezeichnet) und

331. *L. Laurentii* de Wild. var. *grandiflora* de Wild. kommen nach de Wildeman und Gentil (I, 96) im Kongostaat vor, liefern aber wertlosen Kautschuk.

332. *L. lucida* K. Schum var. *hispida* Hall. f. kommt nach Busse (B. Jr. 32, 171) im dichten Buschwald von Usambara vor und liefert Kautschuk.

333. *L. madagascariensis* K. Schum., Ostküste von Madagaskar. Nach Jumelle (I, 327) führt der Kautschuk im Handel den Namen »*Madagascar rouge*«. Nach Baron (R. M. 1905, 247) wird derselbe als »*Fingotra*« bezeichnet. Nach Jumelle (I, 328) soll derselbe 92,3 bis 92,7% Reinkautschuk und 6,2—6,7% Harz enthalten. Zur Koagulation des Milchsaftes wird nach Jumelle (I, 327) vielfach 5% Schwefelsäure verwandt. Nach Pierre und Thirz (T. 12, 47) soll aber der Milchsaft schwer koagulierbar sein und ein nicht elastisches Produkt liefern. Nach Jumelle (I, 325) erreicht die Liane eine Länge von über 30 m. Sie bedarf viel Licht zu ihrer Entwicklung und kommt namentlich am Rande von Wasserläufen, Wegen, Lichtungen und dergleichen vor. Stockausschlag soll sich am besten bei Lianen mittleren Alters bilden, bei sehr alten überhaupt nicht mehr. Absenker sollen am besten mit Stengeln, die etwa 1 cm dick sind, gelingen. Die Pflanzen können im Alter von 8—9 Jahren angezapft werden; der Stamm besitzt dann einen Durchmesser von 8—9 cm.

334. *L. mandrianambo* Pierre, Ostküste von Madagaskar. »*Mandrianambo.*« Liefert nach Pierre (A. P. Ch. 1904, 107) Kautschuk. Nach Jumelle (R. R. I, 40) liefert diese Art sowohl in den jungen Zweigen als auch auf der Basis der Stämme ein klebriges Produkt. In einer gewissen Höhe des Stammes geben aber die meisten Bäume guten Kautschuk.

335. *L. owariensis* Beauv. Ist in Westafrika nördlich bis Angola verbreitet. Busse (B. J. 1902, 169) beobachtete auch im Kondeland Lianen mit einem Stammdurchmesser von 40 cm. Sie liefert einen sehr beträchtlichen Teil des westafrikanischen Kautschuks, der teils dunkelrosafarbig ist »*Rouge du Kassai*«, teils hellrosafarbig »*Rouge du Congo*«. Nach Fickendey (T. 1911, 157) stammt von dieser Art auch der größte Teil des »*Adamaua*-Kautschuks«.

Nach Chevalier (A. P. Ch. 3, 62) liefert 1 L Milchsaft etwa 300 g Kautschuk. Nach de Wildeman und Gentil (I, 53) kommen zwei Varietäten vor, die botanisch nicht voneinander zu unterscheiden sind, von denen die eine guten Kautschuk, die andere eine vogelleimartige Substanz liefert. Es wurden sogar Pflanzen beobachtet, die an der Basis guten Kautschuk, 2 m über dem Boden aber nur unbrauchbare Milch gaben. Die schlechten Milchsaft liefernde Varietät soll übrigens nur am Äquator vorkommen. Nach T. (1905, 211) wurde wegen dieser Differenzen im Kautschukgehalt im Kongostaat diese Art nicht mehr zur Anpflanzung empfohlen. Nach Evans (J. A. T. 1908, 127) enthielt ein von der Goldküste stammende Probe 91,3% Reinkautschuk und 4,7% Harz. Fendler (N. B. 5, 58) fand in zwei aus Togo stammenden Proben 88,1 (89,1)% Reinkautschuk und 6,4 (5,5)% Harze, Mannich in einer von Kamerun stammenden Probe 80,3% Reinkautschuk.

Nach Chevalier (A. P. Ch. 1908, 64) werden die Lianen zur Kautschukgewinnung, soweit möglich, auf den Erdboden herabgezogen und dann in 15—20 cm lange Stücke zerschnitten. Der aus den Schnittflächen ausfließende Milchsaft wird nach der Koagulation gesammelt.

Aus dem im Boden zurückbleibenden Stumpf sollen sehr schnell wieder neue Lianen zur Entwicklung gelangen. Besonders starke Lianen, die nicht mehr heruntergezogen werden können, werden durch transversale Schnitte angezapft.

Nach Volkens (N. B. 1904, App. 2, 110) werden von den Eingeborenen in Togo von den Stämmen zunächst etwa 5 cm lange und 2 cm breite Rindenstreifen abgeschält, wobei sorgfältig darauf geachtet wird, daß das Kambium nicht verletzt wird. Der aus den Wunden austretende Milchsaft wird dann durch Aufspritzen von Zitronensaft koaguliert, und die so entstehenden Kautschukbänder werden zu kleinen Bällen aufgewickelt. Mitunter wird an Stelle des Zitronensaftes auch Salzwasser verwandt. Erst wenn die Schälmethode keine oder zu wenig Ausbeute gibt, wird die Liane ganz durchschnitten und der noch abtropfende Milchsaft auf untergelegten Blättern aufgefangen.

Die Vermehrung kann nach Testu (J. A. T. 1903, 99) durch Stecklinge oder noch besser durch Ausläufer, die sich bereits im Boden bewurzelt haben, geschehen.

336. *L. owariensis* Beauv. var. *tomentella* Stapf. Liefert nach B. I. I. (1, 168) den Kautschuk von Bahr-el-Ghazal. In einer von dort stammenden Probe wurde auf Trockensubstanz berechnet 84,6 bis 84,8% Reinkautschuk und 8,7—8,9% Harz gefunden.

337. *L. parvifolia* K. Schum. Kommt nach Busse (T. 1901, 405) im Dondelande vor, liefert aber keinen brauchbaren Kautschuk. Nach B. I. I. (3, 324) stammt von ihr ein Teil des »*Muteke*«-Kautschuks von Rhodesia. Thoms (N B. 5, 116) fand in einer aus Deutsch-Ostafrika stammenden Probe 13,60 % Reinkautschuk und 75,20% Harze.

338. *L. Perieri* Jum., Madagaskar. »*Piralahi.*« Liefert Kautschuk von guter Beschaffenheit. Nach Jumelle (I, 335) wird der beste Kautschuk durch spontane Fermentation des Milchsaftes erhalten. Auch durch Säuren und verschiedene Salze wird der Saft leicht koaguliert, sehr schwierig aber durch Alkohol. Bei Kochen fällt der Kautschuk nur aus, soweit das in dem Milchsaft enthaltene Wasser verdunstet. Der in dieser Weise erhaltene Kautschuk soll auch minderwertig sein. Der Milchsaft soll in der trockenen Jahreszeit 10—11%, in der feuchten 6—7% Kautschuk liefern. Ein Arbeiter soll nach Jumelle (I, 339) mehr als 8 L Milch sammeln können, die etwa ½ kg Kautschuk liefern würde. Er kommt als »*Majunga rouge*« in den Handel.

339. *L. Petersiana* Dyer, Ostafrika. Liefert nach Warburg (I, 118) einen Kautschuk, der nicht besonders gut ist und am besten durch Erwärmen aus dem Milchsaft ausgefällt wird. Eine aus Britisch-Ostafrika stammende Probe enthielt nach B. I. I. (2, 221) 82,5% Reinkautschuk und 13,4% Harz.

Von Stapf (I, 590) werden zu dieser Art auch die von Busse in Deutsch-Ostafrika gesammelten Varietäten:

340. *L. scandens* Hall. f. var. *genuina* Hall. f.,

341. *L. scandens* Busse var. *rotundifolia* Hall. f.,

342. *L. scandens* Busse var. *petersiana* Hall. f. und

343. *L. scandens* Busse var. *Tubeufii* Busse gestellt. Diese liefern nach Busse (B. J. 32, 163) mehr oder weniger guten Kautschuk.

344. *L. Richardiana* Pierre, Ostküste von Madagaskar. »*Talandoha.*« Liefert nach Pierre (A. P. Ch. 1904, 110) guten Kautschuk.

345. *Landolphia senegalensis* Kotschy et Peyr., Senegambien, Sudan. Liefert nach Marzahn (I, 434) den größten Teil des von Ober-Senegal, Nigeria und dem Sudan in den Handel kommenden Kautschuks, der von guter Qualität ist. Nach Reintgen (I, 144) wurde aber von Chevalier nachgewiesen, daß das von *L. senegalensis* gewonnene Produkt alle charakteristischen Kautschukeigenschaften verliert und völlig wertlos wird. Auch Jumelle (I, 327) bezeichnet es als unbrauchbar.

346. *L. sphaerocarpa* Jum., westliches Madagaskar. »*Reiabo.*« Wächst nach Jumelle (I, 340) kräftig in den Alluvionen, die die Wasserläufe einfassen, und bildet Stämme von bis zu 20 cm Durchmesser. Die Koagulation geschieht namentlich durch 5% Schwefelsäure. Kochsalz und Kochen sollen minderwer-

tigen Kautschuk liefern. Nach Jumelle (R. C. C. 1902, 93) enthält der Milchsaft 19—20% Kautschuk.

347. *Landolphia Stolzii* Busse, Deutsch-Ostafrika. Von Busse (B. J. 32, 169) im Kondeland am Wasser und im feuchten Walde bei 555 m Meereshöhe gefunden. Liefert guten Kautschuk. Schellmann (P. 4, 15) fand in einer aus dem Bezirk Neulangenburg stammenden Probe auf Trockensubstanz berechnet 89,16 % Reinkautschuk und 9,40 % Harz.

348. *L. subsessilis* Pierre, Madagaskar. Liefert nach Pierre (A. P. Ch. 1904, 111) schlechten Kautschuk.

349. *L. tenuis* Jum., Nordwest-Madagaskar. Wächst nach Jumelle (I, 350) namentlich im Walde auf kalkigem und felsigem Boden. Der Stamm wird selten bis 4 cm dick. Er liefert guten Kautschuk. Wegen der geringen Dimensionen ist aber die Gewinnung desselben wenig rentabel

350. *L. Thollonii* Dewèvre, Kongogebiet, Angola. Liefert einen großen Teil des in den Handel kommenden Wurzelkautschuks. Sie bildet nach de Wildeman und Gentil (I, 117) Büsche von 15—30 cm Höhe. Die Wurzelstöcke werden 2—3 cm dick. Sie wächst namentlich in der Steppe auf dem ärmsten, sandigen Boden und widersteht auch Grasbränden, soll aber ziemlich langsam wachsen. Arnaud (R. C. C. 1903, 251) fand in Wurzelstöcken, die aus dem französischen Kongostaat stammten, 4,23 % Kautschuk, in solchen aus dem belgischen Kongostaat 12—15 %, im Stamm dagegen keine Spur von Kautschuk. Nach J. A. T (1905, 32) werden aus den Wurzelstöcken industriell 4,5—5 % des Gewichts an Kautschuk gewonnen, während dieselben nach Laboratoriumsversuchen 7—8 %, oft selbst 10—12% Kautschuk enthalten.

Die Gewinnung des Wurzelkautschuks, der auch vielfach als Kräuterkautschuk (»*caoutchouc des herbes*«) bezeichnet wird, geschieht nach Baum (T. 4, 475) in folgender Weise: Die Wurzelstöcke werden von Negerkindern gesammelt und in Bündel zusammengeschnürt in das Dorf gebracht. Dort wird nun zuerst das Bündel in Wasser gelegt, dann an der Sonne getrocknet und die einzelnen Rhizome in 30—40 cm lange Stücke zerteilt. Letztere werden sodann auf einem Brett geschlagen, um die Rinde vom Holze zu trennen; die Rindenstücke werden hierauf solange mit einem Hammer bearbeitet, bis sie die Form eines Kuchens angenommen haben. Sind die gröberen Rindenteile entfernt, so wird der Kuchen gekocht und abermals geklopft, dann in viereckige Stücke geschnitten, diese noch einmal gekocht und im noch warmen Zustande zu runden Streifen von Fingerstärke geformt. Nach Baum kommt der Wurzelkautschuk in drei Arten in den Handel: die eine Art, stark mit Sand vermischt, ist die, welche von dem an den Schnittflächen der zerteilten, gewässerten Rhizome angesammelten Kautschukstückchen herrührt; die zweite Art ist die durch Klopfen hergestellte. Die dritte ist von geringerem Gewicht und faseriger Struktur. Am Kongo hat man ferner nach de Wildeman und Gentil (I, 147) die Handarbeit durch maschinelle Einrichtungen ersetzt, durch die der Kautschuk aus den Rhizomen isoliert wird.

351. *L. trichostigma* Jum., Nordmadagaskar. »*Kalamo.*« Liefert nach Jumelle (R. R. I. 37) nur in den ältesten Stammteilen brauchbaren Kautschuk, in den jüngeren eine klebrige Masse. Sie wird nicht zur Kautschukgewinnung benutzt.

352. *L. ugandensis* Stapf, Uganda. Eine wahrscheinlich von dieser Liane stammende Kautschukprobe wurde vom Imperial Institute (B. I. I. 3, 146) untersucht und erwies sich als guter Kautschuk. Auf Trockensubstanz berechnet wurden darin 83,5 % Kautschuk und 9,7 % Harz gefunden.

353. *L. watsoniana* Vogth., Ostafrika. Liefert Kautschuk mittlerer Qualität. Eine aus Britisch-Ostafrika stammende Probe enthielt nach B. I. I. (1, 68) 67,2 % Kautschuk und 11,9 % Harz. Nach den nach van Romburgh (I, 186) in Buitenzorg und nach Volkens (N. B. 2, 159) in Kamerun ausgeführten Anbauversuchen ist an eine rentable Kultur nicht zu denken.

354. *Leuconotis anceps* Jacq., Sumatra. Liefert nach van Romburgh (I, 6) Kautschuk von geringem Werte.

355. *L. eugeniifolia* A. DC., Sumatra, Borneo. Liefert nach van Romburgh

(I, 3 und 11) schlechten Kautschuk. Nach B. Str. (1910, 54) liefert sie ein klebriges Harz.

356. *L. gigantea* Boerl. var. *ovalis* Boerl., Borneo. Liefert nach van Romburgh (I, 21 u. 27) reichlich Kautschuk, der aber sehr hart wird.

357. *L. Griffithii* Hook. f., Malakka. Liefert nach Ridley (B. M. P. 1900, 245) guten Kautschuk.

358. *L. subavenis* Boerl. var. *latifolia* Boerl., Borneo. Liefert nach van Romburgh (I, 23) ein schlechtes Produkt.

359. *Mascarenhasia anceps* Boiv., Madagaskar. Wächst nach Jumelle (I, 372) in Strauchform am Rande von Bächen und Teichen. In dem Kautschuk wurden 4,65 % Harz gefunden. Sie liefert zu gewissen Jahreszeiten einen sehr klaren und nur sehr wenig Kautschuk enthaltenden Saft. Zur Zeit der ersten Regen und auch etwas früher sollen die Pflanzen aber ziemlich gute Erträge liefern.

360. *Mascarenhasia angustifolia* A. DC., Madagaskar. Bildet nach Jumelle (R R. I. 39) kleine Bäume, die wegen ihrer geringen Dimensionen zur Kautschukgewinnung nicht geeignet sind.

361. *M. arborescens* A. DC., Madagaskar. Nach Jumelle (R.R.I. 38) kommt diese Art sowohl an der Ost- als auch an der Westküste von Madagaskar vor. Die an der Westküste gewachsenen Bäume wurden aber früher als *M. coriacea* und *M. arborea* bezeichnet. Jumelle benennt dieselben aber *M. arborescens* var. *coriacea*. Der genannte Autor unterscheidet ferner von beiden Varietäten zwei verschiedene Formen (*f. longifolia* und *f. anceps*). Sie liefert den größten Teil des als »*Majunga noir*« in den Handel kommenden Kautschuks. Der aus jungen Zweigen austretende Milchsaft ist völlig hyalin und farblos. Zur Gewinnung des Saftes werden die Bäume gefällt und dann geringelt. Den ausfließenden Milchsaft läßt man am Stamm eintrocknen oder koaguliert ihn durch Kochen. Stellenweise wird der Kautschuk auch durch Zerstampfen der getrockneten Rinden gewonnen.

362. *M. elastica* K. Schum., Deutsch-Ostafrika. Namentlich auf etwas feuchtem Boden. Wie ich (P. 1907, 146) im Hinterlande von Daressalam beobachten konnte, wird von den Eingeborenen zur Kautschukgewinnung entweder nur die Rinde mit einem Messer angeritzt oder es werden durch der Stammoberfläche parallel laufende Schnitte große Rindenstücke von den Stämmen abgehoben. Den aus den Wunden austretenden Milchsaft ließen die Neger dann entweder auf der Rinde erstarren, oder sie bestrichen sich Hände und Arme damit, um den Kautschuk dann nach dem Erstarren von diesen abzuziehen.

Bei in Amani ausgeführten Untersuchungen gelang es nicht, den Milchsaft durch Zitronensaft, Essigsäure, Karbolsäure, Kochsalz oder Coalatex zur Koagulation zu bringen.

Der Kautschukgehalt der Bäume ist je nach deren Alter sehr verschieden. So tritt im allgemeinen bei zweijährigen Bäumen aus an der Rinde oder an den Blättern angebrachten Wunden überhaupt kein Saft oder nur eine klare Flüssigkeit aus. Aus Wunden an der Rinde älterer Bäume konnte dagegen stets der Austritt normalen, weißen Milchsaftes beobachtet werden. Vielfach konnte aber festgestellt werden, daß bei ein und derselben Pflanze manche Blätter beim Verwunden klaren Saft, andere weißen Milchsaft gaben. Der Kautschuk kommt unter der Bezeichnung »*Mgoa*« in den Handel. Schellmann (P. 4, 207 u. 223) fand in zwei Kautschukproben in dem gewaschenen Kautschuk 86,73 bzw. 90,53 % Reinkautschuk und 8,21 bzw. 7,58 % Harz. Zum Anbau ist *M. elastica* wegen seines langsamen Wuchses und der geringen Erträge nicht geeignet.

363. *M. Geayi* Costantin et Poisson, Südmadagaskar. »*Kokomba.*« und

364. *M. kidroa* Costantin et Poisson, Südmadagaskar. »*Kidroa.*« Liefern nach C. R. (1907, 1053) Wurzelkautschuk. Derselbe wird durch Kochen der in der Sonne getrockneten Wurzelrinde gewonnen.

365. *Mascarenhasia lanceolata* A. DC., Madagaskar. Liefert nach Jumelle (R. R. I. 39) guten Kautschuk.

366. *M. lisianthiflora* A. DC., Madagaskar. 5—6 m hoher Baum. Der Milchsaft ist nach Jumelle (I, 366) sehr dickflüssig und koaguliert schnell an der

Luft. Er wird auch durch Alkohol schnell koaguliert, viel weniger leicht durch Zitronen- und Schwefelsäure, die ein klebriges Produkt liefern sollen. Die Saccalaven lassen den aus zahlreichen Einschnitten austretenden Milchsaft direkt am Stamm koagulieren. Ein Mann soll in einem Tage leicht 1 kg Kautschuk sammeln können.

367. *Mascarenhasia longifolia* Jum., Madagaskar. 20—30 m hoher Baum. Nach Jumelle (I, 374) fließt der Milchsaft ziemlich reichlich und scheint guten Kautschuk zu liefern. In einer Probe wurde nur 4,50 % Harz gefunden.

368. *M. mangorensis* Jum. et Pierre, Westmadagaskar. Bildet nach Jumelle (R. R. I. 39) bis 15 Meter hohe Bäume, deren ältere Teile guten Kautschuk liefern.

369. *Mascarenhasia utilis* Baker, Nordmadagaskar. Scheint nach Jumelle (I 378) Kautschuk zu liefern.

370. *Mascarenhasia* sp., Madagaskar. Von den Eingeborenen »*Herandrana*« genannt. Liefert nach Jumelle (I, 380) Kautschuk.

Der Kautschuk der letzten vier Arten und der von *M. anceps* kommt unter der Bezeichnung »*Madagascar noir*« und »*Majunga*« in den Handel.

371. *Melodinus curvinervius* Boerl., Sumatra. Liefert nach van Romburgh (I, 27) klebrigen Kautschuk.

372. *Melodinus orientalis* Bl., Penang, Java, Sumatra. Gibt nach Jumelle (I, 64) schlechte Guttapercha.

373. *M. ovalis* Boerl., Borneo. Liefert nach van Romburgh (I, 19) Kautschuk, der nicht ganz erster Qualität zu sein scheint.

374. *M. pulchrinervius* Boerl., Borneo. Gibt nach van Romburgh (I, 19) ein Produkt, das zur Verfälschung echter Guttapercha verwandt wird.

375. *M. rhytidiphyllus* Boerl., Sumatra, Borneo. Kautschukliane, die nach van Romburgh (I, 23) ein schlechtes Produkt gibt.

376. *Micrechites Bailloni* Pierre, Tonkin. Liefert nach Pierre (R. C. C. 1902, 229) Kautschuk.

377. *M. napeensis* Quint., Cochinchina. Der Milchsaft soll nach Quintaret (R. C. C. 1902, 206) mit Zitronensäure gefällt einen ausgezeichneten Kautschuk geben. Die Pflanze wird aber nur 5 bis 6 Meter lang.

378. *Oncinotis hirta* Oliv., Unterer Kongo. Liefert nach de Wildeman (II, 7) bedeutende Mengen Milchsaft, aus dem durch Koagulation mit sauren Pflanzensäften ein brauchbarer Kautschuk gewonnen werden kann.

379. *Parabarium diudo* Dub. et Eberh. Indochina. »*Diu-do*« und

380. *P. diudo* var. *longifolia* Dub. et Eberh. »*Diu-rang.*« Nach Dubard und Eberhard (T. 1914, 169) Lianen, die in Höhenlagen von 350 bis 400 Meter vorkommen und einen ziemlich harzreichen Kautschuk liefern.

381. *Parameria barbata* K. Schum., Burma. Liefert nach Heyne (IV, 81) guten Kautschuk. In einer aus Burma stammenden Probe wurde nach B. I. I. (1907, 14) ein Harzgehalt von 6,3 % festgestellt.

382. *Parameria densiflora* Oliv., Penang. Schlechter (T. 1901, 328) erhielt bei einem Anzapfungsversuch nur »Vogelleim«.

383. *Parameria glandulifera* Benth., Südostasien. Wird nach Jumelle (I, 418) namentlich im französischen Indochina ausgebeutet. Der Milchsaft, durch Eingießen in heißes Wasser gefällt, liefert guten Kautschuk. Liebt nach Jumelle (I, 415) die niederen alluvialen Ebenen und den warmen feuchten Urwald, ohne gerade den dichtesten Wald und Schatten aufzusuchen. Die Vermehrung durch Stecklinge und die weitere Kultur soll leicht gelingen.

384. *Parameria Griffithii* Hook. f., Ostindien, Malaya. Liefert nach Pierre (R. C. C. 1902, 229) Kautschuk.

385. *Parameria pedunculosa* Benth. (= *Ecdysanthera pedunculosa* Miq.), Sumatra, Birma. Liefert nach van Romburgh (I, 10) auf Sumatra guten Kautschuk. Eine aus Birma stammende Probe hatte (nach B. I. I. 3, 232) nicht die physikalischen Eigenschaften von Kautschuk und enthielt 88,5 % Harz und nur 10,7 % Reinkautschuk.

386. *Parameria philippensis* Radlk., Philippinen. Liefert nach Sherman (E. St. R. 16, 268) guten Kautschuk.

387. *Parameria polyneura* Hook. f., Malaya. Liefert nach Schlechter (T. 1901, 326) ein wertloses Produkt, nach Ridley (B. M. P. 1900, 248) guten Kautschuk.

388. *P. vulneraria* Radlk., Philippinen. Von Radlkofer (S. W. 14, 515) wurde an Herbarmaterial das Vorkommen von kautschukführenden Milchröhren festgestellt.

389. *P. wariana* Schltr., Deutsch-Neuguinea. Nach Schlechter (II, 127) Liane mit armdicken Stämmen. Der Milchsaft ist schneeweiß, aber wasserreich. Von einer sehr dicken, am Grunde in zwei Stämme gegabelten Liane wurde ½ kg Kautschuk erhalten.

390. *Pezizicarpus montana* Vernet, Siam, Liane. Ridley (A. B. 1905, 10) fand in der Rinde 7.84—8.30 % Kautschuk.

391. *Plectaneia elastica* Jum. et Perrier, Madagaskar. »*Vahyvanda.*« Liefert nach Jumelle (R. R. I. 36) ziemlich harzreichen Kautschuk. Der gewonnene Milchsaft soll nur 1—2 % Kautschuk liefern.

392. *Plectaneia microphylla* Jum. et Perr., Nordmadagaskar. »*Mahavoahavana.*« Der Kautschuk ist nach Jumelle (R. R. I. 36) von guter Qualität. Der Milchsaft wird mit dem von Landolphien vermischt.

393. *Plumiera acutifolia* Poir., Südamerika. Nach Heyne (IV, 62) fand de Vrij in dem aus dem Milchsafte gewonnenen Produkte 33,5 % Reinkautschuk. Nach B. I. I. (1910, 48) wurde in Mexiko aus dem Milchsaft 14—16 % Rohkautschuk von ziemlich guter Qualität gewonnen.

394. *Rauwolfia spectabilis* Boerl., Malaya. Wird als eine der Stammpflanzen von Djelutung angegeben. Nach Heyne (R. R. I. 47) ist es aber zweifelhaft, ob diese Angabe richtig ist.

395. *Rhynchodia Wallichii* Hook. f., Himalaja und südöstlich daran grenzende Länder. Eine aus Birma stammende Probe enthielt nach B. I. I. (II, 159) 89 % Kautschuk und 6,7 % Harz.

396. *Tabernaemontana alba* Mill., Guayana. Der Milchsaft dient nach Berkhout (T. 1904, 79) in Surinam zum Verfälschen von Balata.

397. *T. amygdalaefolia* Jacq., Nicaragua. Bis 4 Meter hoch werdend. »*Cojon de Berraco.*« Aus den Früchten wird eine guttaperchaähnliche Substanz gewonnen nach T. (1902, 484).

398. *T. angolensis* Stapf., Angola, S. Thomé. Liefert nach Moller (T. 1897, 189 und 1899, 452) Kautschuk, »*Cata grande.*« Nach Mannich (T. 1902, 315) ist aber das aus dem Milchsaft gewonnene Produkt durchaus minderwertig. Es ist klebrig und weder so zähe wie Guttapercha, noch so elastisch wie Kautschuk. Die Analyse ergab 70,98 % Harz.

399. *T. annamensis* Dub. et Eberh., Annam und

400. *T. bovina* Loureiro, Annam. Sollen nach Dubard und Eberhard (T. 1914, 169) aus dem stark entwickelten Wurzelsystem nach Abtrennung der Harze guten Kautschuk liefern.

401. *T. crassa* Benth., Westafrika. Liefert nach Jumelle (I, 63) Kautschuk. Newport (Q. A. J. 1903, 59) erhielt bei Anzapfung der Früchte geringe Mengen eines minderwertigen Produktes.

402. *T. Donnell Smithii* Rose, Zentralamerika. »*Cojon de puerco.*« Strauch oder kleiner Baum. Nach Preuß (T. 1901, 101), der die Pflanze zum Anbau empfohlen hat, kann namentlich aus den vor der Reife stehenden Früchten eine beträchtliche Menge einer guttaperchaähnlichen Substanz gewonnen werden. Nach Low (T. 1902, 95) soll ein einziger Baum in den Früchten 25—40 kg Guttapercha enthalten. Ein von Preuß eingeliefertes Muster enthielt aber 56 % Harz, ein von Low stammendes sogar 76,3 %. Die in Amani gezüchteten Pflanzen haben, obwohl sie jahrelang reichlich geblüht haben, keine Früchte angesetzt, ebensowenig nach Strunk (N. B. 4, 53) in Victoria. Nach den Untersuchungen von Strunk (T. 1905, 465) ist das aus dem Stamm in geringer Menge gewonnene Produkt ziemlich minderwertig.

403. *Tabernaemontana grandiflora* Jacq., Nicaragua. Liefert nach (T. 1902, 484) eine guttaperchaähnliche Substanz von geringem Werte.

404. *T. Holstii* K. Schum. = *Conopharyngia Holstii* Stapf, Ostafrika. Wird im B. I. I. (3, 42) als Kautschuk-

pflanze von Uganda angeführt. Schellmann (P. 1906, 47) fand in einer in Amani gesammelten Probe 70,32 % Harz und 26.83 % Reinkautschuk oder Guttapercha.

405. *Tabernaemontana aff. laeta* Mart., Nicaragua. Nach (T. 1902, 484) wird aus den Früchten eine guttaperchaähnliche Substanz gewonnen.

406. *T. rupicola* Benth., Guayana. Liefert nach Harrison und Bancrof (R. R. I. 55) keine für die Ausbeutung ausreichende Mengen von Kautschuk.

407. *T. stenosiphon* Stapf, S. Thomé zwischen 900 und 1500 m Meereshöhe »*Pao lyrio.*« Gibt nach Moller (T. 1897 189) sehr guten Kautschuk, aber nur in geringen Quantitäten. Nach Chevalier (J. A. T. 1905, 355) liefert sie ein klebriges und wertloses Produkt.

408. *T. Thurstoni* Baker, Fidschi-Inseln. Liefert nach K. B. (1898, 379) harten, wenig elastischen Kautschuk.

409. *T. undulata* Vahl, Guayana. Liefert nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 55) keine ausreichende Mengen von Kautschuk, um die Gewinnung lohnend zu machen.

410. *Tabernaemontana utilis* Arn. Guayana. Wird von Newport (Q. A. J. 1903, 60) als Kautschuklieferant angeführt, liefert aber nach Harrison und Bancroft (R. R. I. 55) in Britisch-Guayana so geringe Mengen, daß die Art für die Kautschukgewinnung nicht in Frage kommen kann.

411. *Urceola acuto-acuminata* Boerl., Malaiischer Archipel und

412. *U. acuto-acuminata* Boerl. var. *polyneura* Boerl., Malaiischer Archipel. Liefern nach van Romburgh (I, 135) Kautschuk, der als »*Serapat*« bezeichnet wird.

413. *U. brachysepala* Hook. f., Südostasien. Liefert nach van Romburgh (I, 133) Kautschuk von guter Qualität. Auf Sumatra sollen armdicke Stämme 300 g Kautschuk geben. Zwei 8—9 Jahre alte Pflanzen gaben auf Java zusammen nur 50 g. Ein von Schlechter (T. 1903, 326) in Singapore untersuchtes Exemplar lieferte sehr schlechten Kautschuk. Schlechter hält aber selbst die Bestimmung des betreffenden Baumes für zweifelhaft.

414. *Urceola elastica* Roxb., Malakka, Borneo, Sumatra. Wird schon von Roxburgh (III, 542) als Kautschukpflanze angegeben. Erreicht nach van Romburgh (I, 133) eine Länge von bis zu 180 m. Der Kautschuk ist von guter Beschaffenheit. Auch Schlechter (T. 1901, 328) erhielt bei einem in Penang ausgeführten Zapfversuche guten Kautschuk.

415. *Urceola esculenta* Benth., Ostindien. »Rangoon-Kautschuk.« Liefert guten Kautschuk, nach Willis (C. C. 1, 162) nur in den älteren Teilen. Ein von Birma stammendes Muster enthielt nach Dunstan (A. L. 1903, 234) 81,8 % Kautschuk und 7,5 % Harz. Eine vom Imperial Institute (B. I. I. 2, 156) untersuchte, ebenfalls aus Birma stammende Probe, gab 55—83,9 % Reinkautschuk und 9,2 bis 45,9 % Harz. Nach Preuß (T. B. 1907, 29) werde *U. esculenta* auch auf Samoa angepflanzt. Er empfiehlt den Anbau in stehengelassenen Waldstreifen, in Schluchten, die sich zur Kultur von Kautschukbäumen nicht eignen u. dgl.

416. *U. javanica* Boerl., Malaiischer Archipel. Liefert nach van Romburgh (I, 134) guten Kautschuk, von Heyne (R. R. I. 50) wird dies aber angezweifelt.

417. *U. lucida* Benth. et Hook, Burma, Penang. Liefert nach Ridley (B. M. P. 1900, 247) guten Kautschuk, aber in geringer Menge.

418. *Urceola Maingayi* Hook. f., Malaiischer Archipel. Gibt nach van Romburgh (I, 135) guten Kautschuk, der nach Heyne (R. R. I. 50) auf Sumatra und Borneo viel gewonnen wird.

419. *Urceola malaccensis* Hook. f., Malakka. Scheint nach Heyne (R. R. I. 50) unter den Kautschuk liefernden Lianen eine hervorragende Bedeutung zu besitzen.

420. *U. pilosa* Boerl., Borneo. Gibt nach van Romburgh (I, 135) guten Kautschuk, der als *Serapat*-Kautschuk bezeichnet wird.

421. *Willughbeia apiculata* Miq., Borneo, Sumatra. Gibt nach van Romburgh (I, 7 u. 129) minderwertigen Kautschuk. Nach Heyne (IV, 57) kann das von dieser Pflanze stammende Produkt der Guttapercha beigemengt werden.

422. *W. ceilanica* Thw., Ceylon, bis zu einer Meereshöhe von 1400 m. Gibt nach Trimen (I, 124) keinen verwertbaren Kautschuk.

423. *W. coriacea* Wall., Halbinsel Malakka. Liefert nach Schlechter (I, 1901, 326) sehr schlechten Kautschuk. Wird nach Jumelle (I, 394) zum Vermischen mit besseren Kautschuksorten benutzt.

424. *W. dulcis* Ridl., Malakka. Gibt nach Jumelle (I, 383) keinen brauchbaren Kautschuk.

425. *Willughbeia edulis* Roxb., Ostindien, Malaya. Gibt nach Jumelle (I, 393) bei der Koagulation nur eine klebrige Substanz. Eine aus Birma stammende Probe enthielt nach Dunstan (A. L. 1903, 234) 84,6 % Harz. Leather (A. L. 1903, 238) fand in einer aus Indien stammenden Probe 55,5 % Harz und 25,9 % Reinkautschuk.

426. *W. firma* Bl., Sunda-Inseln. »*Getah soesoe*«, »*Getah Borneo*«, »*Getah gerip.*« Liefert einen großen Teil des von den Sunda-Inseln in den Handel kommenden »Borneo-Kautschuks«. Gedeiht nach van Romburgh (I, 126) am besten auf leichtem, fruchtbarem und gut drainiertem Boden. Der Milchsaft koaguliert leicht an der Luft. Van Romburgh (I, 123) erhielt von einer 14—15 Jahre alten Liane 3 kg Kautschuk; 6 Jahre alte Lianen sollen dagegen nur etwa 100 g liefern.

Nach Semler (I, 715) soll die Kautschukgewinnung in der Weise geschehen daß die abgehauenen Stengel in Stücke von wenigen Zentimetern bis 1 Meter Länge zerschnitten und auf Holzstäben über große Gefäße gelegt werden, in welchen der abtropfende Saft gesammelt wird. Wenn dieser nur schwach ausquillt, wird ein Feuer rund um die Gefäße angezündet. Der Saft wird mit Salzwasser zum Gerinnen gebracht und der feste Kautschuk an der Sonne getrocknet.

Nach van Romburgh (I, 122) geschieht die Kautschukgewinnung aber in der Weise, daß man den an der Wurze belassenen Stamm am Boden ausbreitet in Abständen von 30—40 cm durch Entfernung der Rinde ringelt und den ausfließenden Milchsaft in Kokosnußschalen auf Blättern od. dgl. auffängt. Der eingesammelte Kautschuk wird dann durch Kochen oder Zusatz von Kochsalz oder durch Kombination von beiden Methoden koaguliert.

In den Handel kommt der Borneo-Kautschuk meist in Form von runden oder birnenförmigen Stücken, häufig auch in flachen Kuchen, zuweilen in größeren Blöcken. Die guten Qualitäten sind weiß mit heller oder dunkelgrauer Oberfläche. Sie enthalten meist mehr oder weniger große mit Salzwasser gefüllte Hohlräume. Häufig ist der Borneo-Kautschuk mit minderwertigem Lianen-Kautschuk oder Djelutung vermengt, namentlich der von Bandjermasin und Südostborneo in den Handel kommende.

Von Leembruggen (Tey. 1899, 353) wurde *W. firma* plantagenmäßig angebaut. Die abgeschnittenen Stengel werden in kochendes Wasser getaucht und dann wird aus der abgeschälten Rinde der Kautschuk mechanisch isoliert. Der Anbau hat sich aber nicht gelohnt. Auf Sumatra wird *W. firma* von den Eingeborenen angepflanzt. Das Zapfen beginnt erst im zehnten Jahre, wenn der Stamm einen Umfang von 3 bis 4 dm hat und soll dann jährlich einmal stattfinden können.

427. *W. flavescens* Dyer, Malaiische Halbinsel. Wird nach Jumelle (I, 394) mehrfach als Kautschuk liefernd angegeben. Nach Schlechter (T. 1891, 326) liefert dieselbe aber nur ein durch zähe Klebrigkeit ausgezeichnetes Produkt. Auch im B. M. P. (1900, 244) wird das Produkt als minderwertig bezeichnet.

428. *Willughbeia martabanica* Wall., ostindische Küsten. Liefert nach Semler (I, 714) »Palaykautschuk«.

429. *W. scandens* Willd. = *Pacourea guyanensis* Aubl., Guayana. Liefert nach Duchesne (I, 107) Kautschuk. Wurde nach Schumann (N. P. IV, 2, 130) wahrscheinlich nach Amerika eingeschleppt und soll eine *Landolphia*-Art, nahe verwandt mit *L. comorensis* K. Schum. sein.

430. *W. tenuiflora* Dyer., Sumatra, Borneo. Liefert nach van Romburgh (I, 128) sehr viel Milchsaft, aber minderwertigen Kautschuk, der nur zum Vermischen mit anderen Kautschukarten benutzt wird. Nach Leembruggen (Tey. 1899, 358)

stimmt das Produkt mehr mit Guttapercha überein.

431. *Wrightia tinctoria* R. Br., Ostindien. Gibt nach Thompson (I. F. 1903, 406) ziemlich viel Milchsaft. Das daraus gewonnene Produkt enthielt 45,8% Harz und 28,4% Kautschuk.

432. *Xylinabaria Reynaudi* Jum., Mittel-Tonkin. Gibt nach Jumelle (I, 430) rötlichen Kautschuk von vorzüglicher Qualität. Der Milchsaft wird durch Erwärmen gefällt.

433. *Zschokkea Foxii* Stapf, Bolivien. »*Minyadotana.*« Nach T. (1912, 159) wird die Milch mit der von *Hevea* und *Castilloa* vermischt.

n) Asclepiadaceae.

434. *Acerates auriculata* Engelm., Nordamerika. Wächst nach Hall und Long (I, 39) auf steinigem, sandigem, trockenem Boden. Die Analysen ergaben in den trockenen Blättern 2,9, in den Stengeln 0,5 % Reinkautschuk.

Asclepias cornuti Decne = *A. syriaca* L.

435. *A. galioides* H. B. et K., Nordamerika. Wächst nach Hall und Long (I, 33) auf trockenem und sandigem Boden. Sie fanden in den trockenen Blättern 0,62 bis 5,2 %, in den Stengeln 0,85 % Reinkautschuk.

436. *A. incarnata* L., Nordamerika. Hall und Long (I, 10) fanden in den Pflanzen 3,15 % Reinkautschuk.

437. *A. mexicana* Car., Kalifornien, Mexiko. Wächst nach Hall und Long (I, 31) auf Alkaliböden. Dort geerntete Pflanzen enthielten in den trockenen Blättern 4,5 %, in den Stengeln 2,3 % Reinkautschuk.

438. *A. speciosa* Torr., westliches Nordamerika. Nach Hall und Long enthalten die getrockneten Blätter 2—2,5 % Reinkautschuk.

439. *Asclepias stellifera* Schlechter, Südafrika. Die sehr langen perennierenden Wurzeln liefern nach T. (1910, 163) Kautschuk.

440. *Asclepias subulata* Decne, Kalifornien. »*Desert milkweed.*« *Steppenbusch.* Von Hall und Long (I, 21) wurden aus den getrockneten Stengeln 0,5—6,5 % Reinkautschuk isoliert, am meisten aus den oberen Teilen. Die genannten Autoren halten Anbauversuche für empfehlenswert.

441. *A. Sullivantii* Engelm., Nordamerika. Wächst nach Hall und Long auf feuchtem Boden. Aus den trockenen Blättern wurden bis zu 8,1 %, aus den Stengeln in einem Falle 8,2 % Reinkautschuk isoliert, meist aber bedeutend weniger.

442. *A. syriaca* L., Nordamerika. »*Common milkweed.*« Nach Hall und Long (I, 10) fand Fox, daß der Ertrag an Kautschuk so gering und die Beschaffenheit desselben so minderwertig ist, daß eine rentable Gewinnung nicht möglich ist. Hall und Long (I, 26) fanden in den trockenen Blättern 0,53—4,4 %, in den Stengeln 0,2—0,5% Reinkautschuk. Kaßner (L. V. 33, 241) fand in dem Milchsaft im Mai 0,15%, im August 0,13% und im September 0,61 % Reinkautschuk.

443. *Calotropis gigantea* R. Br., Ostindien und

444. *C. procera* R. Br., Ostindien. Sollen nach Watt (II, 35) ein als »*Mudargummi*« bezeichnetes guttaperchaähnliches Produkt liefern. Nach van Romburgh (I, 138) hat dasselbe aber weder mit Kautschuk noch mit Guttapercha Verwandtschaft und kann außerdem auch nur in sehr geringen Mengen gewonnen werden.

445. *Cryptostegia grandiflora* R. Br. Im tropischen Afrika einheimisch, vielfach kultiviert, in Indien auch häufig verwildert. In Indien dient sie nach Jumelle (I, 263) stellenweise zur Herstellung von Kautschuk, der als »*Palay-rubber*« bezeichnet wird. Eine vom Imperial Institute (T. A. 1904, 463) untersuchte Probe, die aus Madras stammte, enthielt 89,5 % Reinkautschuk und 7,9 % Harz. Nach Watt (IV, 344) sollen aber die Einsammlungskosten zu groß sein, um eine rentable Kultur zu ermöglichen. Nach von mir (P. 3, 148) ausgeführten Untersuchungen läßt sich der Milchsaft am Stamm nicht durch Essigsäure, Zitronensaft, Karbolsäure, Kochsalz oder Coalatex koagulieren. Hall und Long (I, 41) fanden in den trockenen Stengeln 1 %, in den Blättern 5,1 % Reinkautschuk. Nach T. (1914, 108) wurde auf den Bahamainseln eine Gesellschaft zur Anpflanzung von *C. grandiflora* gegründet.

446. *Cryptostegia madagascariensis* Boj., Madagaskar. »*Lombiro.*« Wächst nach Jumelle (I, 264) bald als Strauch, bald als Liane. Im ersteren Falle sollen die Zweige 10—12 cm, im zweiten Falle 6—7 cm dick werden. Der Milchsaft von der Basis der Pflanzen liefert guten Kautschuk, der von den höheren Zweigen ein klebriges Produkt. Die Koagulation des Milchsaftes gelingt schwer durch Säuren, gar nicht durch Kochsalz. Beim Kochen erfolgt sie allmählich. Der Milchsaft enthält 7—10 % Rohkautschuk. Eine aus diesem durch spontane Koagulation gewonnene Probe enthielt 88.13 % Reinkautschuk und 11,72 % Harz.

447. *Cynanchum ovalifolium* Wight, Java, Malakka. Liefert nach Jumelle (I, 276) Kautschuk.

448. *Fockea multiflora* K. Schum., Angola. Liane mit fleischigem Stamm. Liefert nach Baum (I, 23) viel Milchsaft, der in trockenem Zustande fest und körnig wird. Das aus demselben gewonnene Produkt soll nach England exportiert und dort anscheinend zum Verfälschen von Kautschuk verwandt werden. Nach Thoms (vgl. Dinter I, 9) enthält dieses aber nur 12% Reinkautschuk und 88 % fast wertlose Harze und Eiweißstoffe.

449. *Gomphocarpus tomentosus* A. Gray, Kalifornien. Wächst nach Hall und Long (I, 27) auf besonders armem Boden. In den trockenen Blättern wurde 0,9—4,1 %, in den Stengeln 0,7—0,75 % Reinkautschuk gefunden.

450. *Gonocrypta Grevii* Baill., Madagaskar. »*Kompitro.*« Liefert nach Jumelle (R. R. I. 35) an der Basis der Stengel guten Kautschuk. Die jungen Zweige geben ein klebriges Produkt. Dagegen kann auch aus den gut ausgereiften Früchten guter Kautschuk gewonnen werden.

451. *Kompitsia elastica* Costant. et Gal land, Südwesten von Madagaskar. »*Kompitso.*« Liefert nach Jumelle (T. 1908 318) Kautschuk.

452. *Marsdenia tenacissima* Wight et Arn., westl. Himalaja, Birma, Malaiische Halbinsel. Liane. Nach Jumelle (I, 270) wird der Milchsaft dem von anderen Pflanzen beigemengt.

453. *M. verrucosa* Decne, Nordwest-Madagaskar. »*Bokalahy.*« Nach Jumelle (R. C. C. 1902, 93) liefern die Früchte guten Kautschuk. Die Koagulation gelingt durch Erwärmen, Zitronensaft, Seesalz und Tamarindensaft. 200 Früchte geben 1 L Milchsaft.

454. *Omphalogonus calophyllus* Baill., Zanzibar. Pflanzen von dem gleichen Aussehen liefern nach Testu (J. A. Tr. 1906, 28) teils guten, teils schlechten Kautschuk. Die über 1 cm dicke Korkschicht erschwert die Einsammlung des Milchsaftes. Die Pflanze wird von den Eingeborenen nicht angezapft. Sie ist auch nach Chevalier (J. A. T. 1905, 355) nicht zur Kautschukgewinnung geeignet.

455. *Pentopetia elastica* Jum. et Perrier, Madagaskar. »*Mavokeli.*« Liefert nach Jumelle (R. R. I. 36) Kautschuk mittelmäßiger Güte.

456. *Periploca canescens* Afz., Elfenbeinküste, Kongostaat. Liefert nach de Wildeman (J. A. T. 1905, 91) schwarzen Kautschuk von mittlerer Qualität. Die Stengel werden aber nur wenig über daumendick. Nach de Wildeman (J. A. T. 1905, 347) ist der meiste Kautschuk in der Wurzel enthalten. Der Milchsaft wird durch Zusatz von Zitronensaft und Erwärmen koaguliert. In einer Probe wurden 88,82 % Reinkautschuk und 8,45 % Harz nachgewiesen. Die Pflanze kommt im Alter von 5—6 Jahren zur Reife. Nach Chevalier (J. A. T. 1905, 216 u. 355) enthält *P. nigrescens* nur minimale Mengen von Milchsaft und ist zur Kautschukgewinnung ungeeignet.

457. *Raphionacme utilis.* N. E. Brown et Stapf, Angola. Die rübenartig angeschwollenen Knollen enthalten nach Stapf (K. B. 1908, 209) guten Kautschuk, der als »*Ekanda-rubber*« bezeichnet wird. Er kann durch Auspressen der zerschnittenen Knollen gewonnen werden.

458. *Secamonopsis madagascariensis* Jumelle. Nordwest-Madagaskar. »*Langalora*«, »*Vahimainty.*« Gibt nach Jumelle (R. R. I. 35) guten Kautschuk. Er wird aus dem Stengel und den reifen Früchten gewonnen.

459. *Tacazzea apiculata* Oliv., Sudan. Der Milchsaft gibt nach Rein (T. 13, 379) eine harzreiche, guttaperchaähnliche Substanz.

460. *Tacazzea Brazzaeana* Baill., Gabun. Liefert nach Schumann (N. P. IV, 2, 208) Kautschuk.

o) Campanulaceae.

461. *Lobelia longisepala* Engl., Ostafrika. In der aus dem Milchsaft gewonnenen, wenig elastischen Masse fand Schellmann (P. 1906, 47) 8,39 % Reinkautschuk und 56,83 % Harz.

462. *Siphocampylus caoutchouc* G. Don., Peru, Kolumbien. Soll nach Jumelle (I, 60) in Peru zur Kautschukgewinnung herangezogen werden.

463. *S. giganteus* G. Don., Ekuador. Enthält nach Jumelle (R. C. C. 1902, 5) in den Anden in Höhen von 3000 bis 3500 m Meereshöhe guten Kautschuk, der aber noch nicht gewonnen zu werden scheint.

464. *S. Jamesonianus* A. DC., Ekuador. Liefert nach Jumelle (I, 60) Kautschuk.

465. *S. tupaeformis* Zahlbr., Bolivien. Liefert nach Jumelle (I, 543) Kautschuk.

p) Compositae.

466. *Actinella biennis* A. Gray, Nordwestamerika. 15—40 cm hoher Strauch der in Höhen von 2000—2700 m Meereshöhe vorkommt und nach G. Z. (1905 366) in den Wurzeln 10—20 % Kautschuk enthalten soll, am meisten nach der Samenreife.

467. *A. Cooperi* A. Gray, Mexiko. Nach Endlich (T. 1905, 239) wurde für die Ausnützung dieses Strauches rege Propaganda gemacht. Er sollte 28 % Kautschuk enthalten. Die Untersuchung an dem Instituto medico Nacional in Mexiko hat aber ungünstige Resultate ergeben.

468. *Atractylis gummifera* L., Mediterrangebiet. Enthält nach de Wildeman (R. R. I. 12) Kautschuk.

469. *Chrysothamnus.* Die strauchartig wachsenden *Chrysothamnus*-Arten werden in Nordamerika als »*rabbit brushes*«, der aus ihnen gewonnene Kautschuk als »*Chrysill*« bezeichnet. Die Pflanzen wurden von den Indianern in Utah und Kalifornien nach Hall und Goodspeed (I, 186) schon seit langer Zeit zur Gewinnung von Kaugummi benutzt. Es wurde auch bereits im Jahre 1904 in einer nicht bestimmten *Chrysothamnus* sp. Kautschuk nachgewiesen und im Jahre 1908 in Colorado die Anlage einer Fabrik zur Herstellung von Kautschuk aus *Chrysothamnus*-Arten geplant. Diese gelangte aber nicht zur Ausführung. Erst durch den Weltkrieg wurde dann eine umfassende Untersuchung der strauchartigen Kompositen angeregt. Die Menge des aus diesen Sträuchern zu gewinnenden Kautschuks wird von Hall und Goodspeed (I, 184) auf 135 000 t geschätzt. Von den untersuchten Arten kommt in erster Linie *C. nauseosus* in Betracht.

470. *Chrysothamnus linifolius* Greene. Findet sich nach Hall und Goodspeed (I, 268) auf Alkaliböden. Kautschukgehalt 2 %.

471. *C. nauseosus* Britt. Perennierender Strauch von 1—2½ m Höhe. Er ist im Westen von Nordamerika sehr verbreitet und findet sich in großen Mengen namentlich auch auf Alkaliböden. In Nevada, Colorado und Utah sind große Flächen damit bedeckt. Er steigt im Gebirge bis zu Höhen von über 1000 m und vermag auch Frost zu ertragen. Er ist gegen Trockenheit nicht empfindlich und leicht aus Samen zu züchten und zu verpflanzen. Von den 22 unterschiedenen Varietäten wurden 12 auf ihren Kautschukgehalt untersucht, und es konnten in allen mehr oder weniger große Mengen von Kautschuk nachgewiesen werden. Die größte Kautschukmenge befindet sich in der Nähe der Bodenoberfläche. In der Wurzel ist Kautschuk nur in den oberen Teilen enthalten. In jungen Zweigen und Blättern kommt er nur in Spuren vor. In den Stengeln und Wurzeln befindet sich der meiste Kautschuk innerhalb der Rinde. Außerdem ist er namentlich in den Markstrahlen enthalten.

Nach Hall und Goodspeed (I, 191) beträgt bei *C. nauseosus* var. *viridulus* das Gewicht der für die Kautschukgewinnung allein in Betracht kommenden, mindestens 3jährigen Stammteile eines Strauches etwa 2,3—6,8 kg, im Durchschnitt 2,8 kg. Der Reinkautschukgehalt schwankt bei den guten Varietäten zwischen 1,95 und 2,83 %. In einzelnen Pflanzen wurde aber bedeutend mehr, bis zu 6,57 % Kautschuk gefunden. Die von Spence ausgeführte Untersuchung des

Chrysill-Kautschuks ergab nach Hall und Goodspeed (I, 188), daß er leicht zu vulkanisieren ist und ein Produkt von sehr guter Qualität liefert. Dem Para fine steht er aber an Güte nach.

472. *Chrysothamnus paniculatus* Hall, nach Hall und Goodspeed (I, 267) im Osten von Arizona, Reinkautschukgehalt 1,20 und 3,24 %.

473. *Chrysothamnus teretifolius* Hall, sehr verbreitet auf steinigem Gelände. 5 Analysen ergaben 1,67—4,51 % Reinkautschuk. (Hall und Goodspeed I, 266).

474. *Chrysothamnus turbinatus* Rydb., nach Hall und Goodspeed (I, 165) sehr selten in Utah. Eine Analyse ergab 4—4,88 % Reinkautschuk.

475. *Haplopappus.* Von Hall und Goodspeed (I, 270) wurde in 10 im Westen von Nordamerika vorkommenden *Haplopappus*-Arten Kautschuk in mehr oder weniger großen Mengen nachgewiesen.

476. *Haplopappus arborescens* Hall, nur Spuren von Kautschuk, mikroskopisch nachgewiesen.

477. *Haplopappus brachylepis* Hall 0.16 und 0,81 % Reinkautschuk.

478. *Haplopappus cervinus* Wats., Reinkautschukgehalt 2,21—4,03 %.

479. *Haplopappus ericoides* H. et A. Auffallend ist, daß der Kautschuk sich fast nur in der Wurzel befindet. Analysen ergaben: Wurzelspitze, 50 cm unter der Bodenfläche, 3,92, nächste 20 cm 3,11, nächste 20 cm 1.67, 10 cm unter der Bodenfläche 0,58, Basis des Stammes 0,19 % Reinkautschuk.

480. *Haplopappus laricifolius* Gray, 2,01—5,16 % Reinkautschuk.

481. *Haplopappus linearifolius* DC., 0,03—1,32 % Reinkautschuk.

482. *Haplopappus monactis* Gray, 0,38 % Reinkautschuk.

483. *Haplopappus nanus* D. C. Eaton, auf steinigem Gelände meist nur in geringer Menge vorkommend, bildet Büsche von bis zu 1 Fuß Höhe. Der Reinkautschukgehalt schwankte bei 4 Analysen zwischen 4,61 und 9,80 %. Die getrennte Untersuchung von einzelnen Teilen ergab für die Wurzel 5,29, für den Stamm 4,61 und 6,72, für die Zweige 2,69, für die Blätter 0,64 %. (Hall und Goodspeed I, 268 und 275).

484. *Haplopappus Palmeri* Gray, 0,91 % Reinkautschuk.

485. *Haplopappus pinifolius* Gray, 1,61 % Reinkautschuk an der Basis des Stammes.

486. *Hymenolophus floribundus* Cock, Colorado. »*Pinguay.*« Nach Hall und Long (I, 9) wurden kleine Anlagen zur Kautschukgewinnung errichtet. Diese wurden aber wieder aufgegeben. Aus der Wurzel und den basalen Stammteilen wurden 3,6 % Reinkautschuk gewonnen, aus dem Hauptstamm und den Blättern 0,84 %.

487. *Lactuca viminea* J. et A., Presl., Mediterrangebiet. Der Kautschukgehalt beträgt nach Grafe und Linsbauer (T. 1916, 241) auf die Trockensubstanz berechnet 0,49 %.

488. *Parthenium argentatum* A. Gray. Nordmexiko und im Süden der Vereinigten Staaten. Der Strauch wird »*Guayule*« (*Huayule*), der aus ihnen gewonnene Kautschuk Guayulekautschuk (*Hule*) genannt. Die Pflanze wurde 1852 von Bigelow entdeckt und von Asa Gray beschrieben. Das wichtigste Verbreitungsgebiet liegt zwischen 900 und 1800 m, wo *P. argentatum* namentlich auf sehr trockenen, nicht selten steinigen Bodenarten, auf denen hohe Bäume nicht mehr fortkommen, angetroffen wird. Das ganze Gebiet, das die wichtigsten Bestände enthält, wird von Endlich (T. 1905, 238) auf etwa 75 000 qkm geschätzt. Es bildet Zwergbäume von 0,2—1 m Höhe mit reich verzweigtem Stamm, 2—4 cm langen und 0,3—1 cm breiten Blättern und unscheinbaren, gelblichen, auf bis zu 20 cm langen Stielen stehenden Blütenköpfchen. Nach dem 15. Jahre soll die Pflanze allmählich absterben. Der in Zellen des Grundgewebes eingeschlossene Kautschuk befindet sich hauptsächlich in der Rinde, aber auch im Holz und Mark. In Blatt und Blütensprossen scheint er nicht vorzukommen. Die Rinde enthält außerdem balsamartige, aromatische Stoffe und eine dem Gummi arabicum ähnliche Substanz.

Nach Lloyd (I, 185) befinden sich in den völlig getrockneten Teilen unter den natürlichen Bedingungen gewachsener Pflanzen folgende Kautschukmengen:

Stengelrinde	21,4%
Wurzelrinde	19,5%
Stengelholz	0 %
Wurzelholz	2,0%
Ganzer Stengel . . .	9,9%
Ganze Wurzel	7,8%
Zweige und Blätter .	9,7%
Ganze Pflanze . . .	4,5%

Der Durchschnittsertrag des in den Fabriken zur Verarbeitung gelangenden Materials betrug 7,8 % Kautschuk. Pflanzen, die mit künstlicher Irrigation gezüchtet waren, lieferten erheblich geringere Erträge.

Die Gewinnung des Kautschuks geschah anfangs vorwiegend in der Weise, daß er aus den getrockneten und fein zermahlenen Pflanzenteilen mit Lösungsmitteln extrahiert wurde. Später scheint aber die mechanische Isolierung mehr angewandt worden zu sein. Nach Lloyd (I, 8) wird hierbei das Pflanzenmaterial zunächst zwischen ungleich schnell rotierenden Walzen zermahlen und dann mit Wasser versetzt in einer Kugelmühle weiter zerkleinert. Den so erhaltenen Brei läßt man dann in großen Tanks dekantieren, wobei die Membranreste usw. größtenteils nach unten sinken, während der Kautschuk emporsteigt. Dieser ist dann aber meist noch mit lufthaltigen Membranfetzen u. dgl. verunreinigt und wird deshalb unter Wasser einem starken Druck ausgesetzt und dann in mit Rührwerk versehenen Tanks gereinigt. Schließlich wird der Kautschuk zwischen glatten Walzen ausgepreßt und ist dann zum Versand fertig. Er enthält dann noch etwa 25% Wasser. Außerdem wurde auch empfohlen, die durch Zermahlen der Pflanzenteile erhaltene Bagasse in 1—2%iger Natronlauge zu kochen, um die Isolierung des Kautschuks zu erleichtern und auch die Harze zum Teil zu verseifen. Hierdurch soll der Harzgehalt des Produktes von 25 auf 17—18% vermindert werden. Außerdem scheinen aber auch noch verschiedene andere, zum Teil geheim gehaltene Methoden bei der Guayulegewinnung verwandt zu werden.

Nach Fron und François (A. P. Ch. 1, 105) befinden sich in dem Guayule-Kautschuk durchschnittlich 60,8 % Reinkautschuk und 15,6 % Harze. Er gilt als Kautschuk mittlerer Qualität. Auf den Markt kommt er nach T. (1920, 57) gewöhnlich in zwei Sorten, von denen die erstere, »*Hule crudo*«, Bohnenform und eine hell- oder dunkelgraue Farbe besitzt, durch starken Harzgeruch ausgezeichnet und mit vielen Holzteilen verunreinigt ist, während die andere, »*Hule refinado*«, heller in Farbe ist, weniger Harz und keine Holzsplitter enthält und etwa 20 % höher im Preise steht.

Nach T. (1920, 57) konnte man zwar schon 1876 auf der Ausstellung in Philadelphia ein Guayuleprodukt sehen, den sogenannten »*Caoutchouc Durango*«, aber erst im Jahre 1888 versuchte man die Gewinnung in größerem Stile. Im Jahre 1906 entstanden im Staate Durango große Fabriken. Infolge der niedrigen Kautschukpreise waren aber nach K. B. (1922, 60) im Torreon-Distrikt im Jahre 1921 von den bestehenden vier Fabriken bereits drei geschlossen und auch die vierte arbeitete am Anfang dieses Jahres bereits mit Verlust.

Die Kultur der Guayulepflanzen bietet nach Hall und Goodspeed (I, 252) keine Schwierigkeiten. Durch rationelle Kultur und Zuchtwahl ist es auch gelungen, die Erträge zu erhöhen. Einzelne Pflanzen enthielten in dem trockenen Materiale bis zu 25 % trockenen Rohkautschuk. Bei der Kultur im Großen soll man aber einen Kautschukgehalt von 15—17 % erwarten können. Endlich (T. 1905, 245) nimmt an, daß vielleicht bei einer Pflanze von 6 Jahren auf 200 g trockenes Material zu rechnen wäre. Dies gäbe bei einer Pflanzweite von 1/0,5 m 4 t Rohmaterial oder etwa 400 kg Kautschuk.

489. *Parthenium incanum* H., B. et K. Findet sich nach Lloyd (I, 4) sehr häufig an den gleichen Standorten, wie *P. argentatum*, kommt aber für die Kautschukgewinnung nicht in Betracht.

490. *Sonchus oleraceus* L., Kosmopolit. Von Kaßner (J. T. 1888, 1141) wurden aus getrockneten Pflanzen 0,16 % Reinkautschuk isoliert.

II. Die Produktion der verschiedenen Länder. Vor der Besprechung der Produktion der verschiedenen Länder sei bemerkt, daß für die Richtigkeit der im folgenden mitgeteilten Zahlen keine volle Garantie übernommen werden kann. Sie sind namentlich den Zu-

sammenstellungen von Reintgen (I), de Kruyt (R. R. I. 587) und Freyer (J. N. St. III, 39, 777) sowie verschiedenen Zeitschriften entnommen. Einige Zahlen verdanke ich auch Herrn Gustav F. Hübener (Hamburg), dem ich auch an dieser Stelle für seine freundliche Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte.

Alle in anderen Gewichten angegebenen Mengen wurden, um sie besser vergleichbar zu machen, in Tons umgerechnet.

a) Südamerika.

Unter den Kautschuk liefernden Pflanzen Südamerikas steht *Hevea brasiliensis* (Nr. 115) jedenfalls an erster Stelle. Außerdem wird allerdings auch von anderen *Hevea*-Arten, so namentlich von *H. discolor* (Nr. 118), *H. Benthamiana* (Nr. 114), *H. Foxii* (Nr. 120), *H. glabrescens* (Nr. 121) und *H. lutea* (Nr. 123) guter Kautschuk gewonnen. Wie groß aber die von diesen Arten gelieferten Erträge sind, ist aus den vorliegenden Angaben nicht zu ersehen. Der von *Hevea*-Arten stammende Kautschuk wird allgemein als Parakautschuk bezeichnet. Je nach der Güte unterscheidet man zwischen *Para fine, Para entre fine* und *Sernamby* oder *Negro heads*. Ferner wird der an der Mündung des Amazonenstromes gewonnene Kautschuk als *Island soft cure*, der im Oberlauf der Nebenflüsse des Amazonenstromes gewonnene als *Upriver hard cure* bezeichnet. Der letztere wird am meisten geschätzt.

An zweiter Stelle ist als Kautschuklieferant des Amazonasgebietes und der nördlich davon gelegenen Länder *Castilloa* Ulei (Nr. 18) zu nennen. Der von diesem stammende Kautschuk kommt als »Caucho« in den Handel. Je nach der Form werden *Balls, Slabs* und *Strips* unterschieden. Infolge des bei der Anzapfung der *Castilloa*-Bäume betriebenen Raubbaus findet in den ausgebeuteten Gebieten meist nach kurzer Zeit eine starke Abnahme der Produktion statt.

Im Süden und Osten des Amazonasgebietes werden ferner von verschiedenen *Manihot*-Arten erhebliche Mengen von Kautschuk gewonnen. Er wird allgemein als *Maniçoba* bezeichnet. Die wichtigste unter diesen Arten ist *Manihot Glaziovii* (Nr. 138), die Stammpflanze des Ceará-Kautschuks (*Maniçoba* de Ceará). Außerdem sind *M. dichotoma* (*Maniçoba* de Jequié, Nr. 137), *M. heptaphylla* (*Maniçoba* de Sao Francisco, Nr. 141) und *M. piauhyensis* (*Maniçoba* de Piauhy, Nr. 142) zu nennen.

Im Süden von Brasilien wird außerdem von *Hancornia speciosa* (Nr. 297) Kautschuk gewonnen, der unter der Bezeichnung *Mangabeira*-Kautschuk in den Handel kommt.

In den nördlichen Staaten von Südamerika spielen dagegen neben *Hevea* und *Castilloa* verschiedene *Sapium*-Arten als Kautschuklieferanten eine wichtige Rolle, so namentlich *Sapium Jenmani* (Nr. 153), *S. taburu* (Nr. 157) und *S. verum* (Nr. 160). Ferner werden genannt: *Sapium biglandulosum* (Nr. 147), *S. cladogyne* (Nr. 149), *S. Marmieri* (Nr. 154) und *S. utile* (Nr. 159). Der von diesen Arten gewonnene Kautschuk wird als »Caucho blanco« bezeichnet.

Zeitweilig hat auch der sogenannte Mistel-Kautschuk (»*Tina*«-Kautschuk, Nr. 88—92) eine gewisse Rolle gespielt. Ferner werden als Kautschuklieferanten genannt *Micrandra siphonoides* (Nr. 144), *Zschokkea Foxii* (Nr. 433) und verschiedene *Siphocampylos*-Arten (Nr. 462, 464 und 465). Der von diesen gewonnene Milchsaft dient aber wohl nur stellenweise zur Beimengung zu dem von anderen Arten stammenden Milchsaft.

Sehr wichtig ist dagegen der Norden von Südamerika noch dadurch, daß er so gut wie alle in den Welthandel kommende Balata liefert. Diese stammt hauptsächlich von *Mimusopa balata* (Nr. 179) und *M. globosa* (Nr. 181). In Venezuela wird *Block-Balata*, in Guayana *Sheet-Balata* gewonnen. Zur Verfälschung der von Surinam stammenden Balata soll *Tabernaemontana alba* (Nr. 396) benutzt werden.

1. **Brasilien.** Die größte Menge des in den Welthandel kommenden Wildkautschuks wurde lange Zeit hindurch von dem Amazonenstromgebiet geliefert. Wie aus der nachfolgenden Tabelle, in der übrigens auch ein Teil von dem in den Nachbarländern produzierten

Kautschuk mit enthalten ist, ersichtlich ist, betrug die Erzeugung im Jahre 1882 schon etwa 10 000 t und ist 1895 auf 20 000 t und 1903 auf über 30 000 t gestiegen.

An den Mündungen des Amazonenstromes ausgeführter Kautschuk:

	Tonnen
1836	121
1840	400
1850	1 400
1860	2 295
1870	4 725
1880	8 635
1881	8 702
1882	10 018
1883	11 158
1884	11 782
1885	12 696
1886	13 390
1887	15 690
1888	15 990
1889	15 355
1890	16 890
1891	18 430
1892	18 990
1893	19 730
1894	19 474
1895	20 981
1896	21 601
1897	22 437
1898	21 909
1899	25 430
1900	26 793
1901	30 290
1902	28 575
1903	31 094
1904	30 644
1905	34 000
1906	37 920
1907	36 650
1908	38 155
1909	39 859
1910	40 000

Die Höchstproduktion des Amazonenstromgebietes wurde, wie aus der unter A, X, a wiedergegebenen Tabelle ersichtlich ist, im Jahre 1912 mit 42 000 t erreicht. Namentlich in den letzten Jahren hat dann aber mit dem Sinken der Kautschukpreise eine starke Abnahme der Kautschukproduktion stattgefunden, weil namentlich durch die schwere Zugänglichkeit der Kautschukgebiete und durch den Zwischenhandel der Preis des Kautschuks zu sehr gesteigert wird. Ob es der Brasilianischen Regierung gelingen wird, in dieser Hinsicht Abhilfe zu schaffen, bleibt abzuwarten.

Den wichtigsten Ausfuhrhafen für den Kautschuk des Amazonenstromgebietes bildet die Stadt Para, jetzt Belem genannt. Außerdem ist auch Manaos, das dicht an der Mündung des Rio Negro in den Amazonenstrom gelegen ist, immer mehr zu einem wichtigen Sammelpunkte für Kautschuk geworden. Ferner wird auch von der südwestlich von Para gelegenen Stadt Cameta aus Kautschuk exportiert.

Die am Anfang dieses Jahrhunderts von den Nebenflüssen des Amazonenstromes aus in den Handel gekommenen Mengen von *Hevea*- und *Castilloa*-Kautschuk sind aus der nachfolgenden nach Ule (I, 67) zusammengestellten Tabelle ersichtlich.

	Hevea-K.	*Castilloa-K.*
1899/1900	13 469 t	3247 t
1900/1901	14 659 t	3732 t
1901/1902	16 546 t	3397 t
1902/1903	15 419 t	3584 t
1903/1904	14 993 t	3906 t

Bedeutend geringere Kautschukmengen werden dagegen aus den im Süden und Osten des Amazonengebietes gelegenen Staaten von Brasilien exportiert. Für diese bilden Ceará, Pernambuco, Bahia und Rio de Janeiro die wichtigsten Ausfuhrhäfen. Der am Oberlauf des Paraguay gewonnene Kautschuk gelangt ferner von Montevideo aus in den Handel. Die Menge des von Ceará jährlich ausgeführten Kautschuks ist in der folgenden Tabelle zum Teil in Durchschnittswerten angegeben:

Kautschukausfuhr von Ceará.	
1845—50	4 t
1850—55	50 t
1855—60	24 t
1860—65	63 t
1865—70	68 t
1870—75	255 t
1875—80	116 t
1880—85	58 t
1885—90	170 t
1890—95	196 t
1895—98	391 t
1899	520 t
1900	436 t

Die Menge des von *Manihot*-Arten und von *Hancornia speciosa* gewonnenen Kautschuks ist aus der nachfolgenden nach Schüler (I, 269 und 272) zusammengestellten Tabelle ersichtlich:

Kautschukexport Brasiliens in Tonnen:

	Manihot	*Hancornia*
1901	473	394
1902	807	348
1903	1722	661
1904	2216	860
1905	2682	637
1906	2664	652

Schließlich sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß in Brasilien auch Anpflanzungen von *Manihot*- und *Hevea*-Arten angelegt wurden. Wie große Kautschukmengen bereits von diesen Pflanzungen geliefert wurden, vermag ich nicht anzugeben.

2. Bolivien. Der in Bolivien gewonnene Kautschuk stammt hauptsächlich von *Hevea*-Arten und gelangt größtenteils über den Madeira und den Amazonenstrom, außerdem aber auch von den Hafenstädten Arica, Antofagasta und Mollendo aus zur Verschiffung. Die Ausfuhrmenge ist in der nachfolgenden Tabelle nach verschiedenen Quellen zusammengestellt.

1890	384 t
1891	344 t
1892	362 t
1893	394 t
1894	642 t
1895	819 t
1896	1135 t
1897	1671 t
1898	3140 t
1900	3490 t
1901	3460 t
1902	1900 t
1903	1320 t
1906	1900 t
1907	1800 t
1908	2600 t
1909	3100 t
1910	3100 t
1911	3640 t
1912	3100 t

3. Peru. Der in Peru gewonnene Kautschuk wird größtenteils in dem am Amazonenstrome gelegenen Iquitos verladen und über Manaos oder Para verschifft. Ein geringerer Teil gelangt nach dem Hafenorte Mollendo. Der peruanische Kautschuk stammt von *Hevea*-Arten und *Castilloa Ulei* (Nr. 18). Die Ausfuhrmengen des von Iquitos aus verschifften *Hevea*- und *Castilloa*-Kautschuks betrugen:

	Hevea-K.	*Castilloa-K.*
1897	237 t	902 t
1901	791 t	590 t
1902	724 t	718 t
1903	823 t	927 t

Die Gesamtmenge der von Iquitos, bzw. ganz Peru aus verschifften Kautschuks betrug:

	Iquitos	Ganz Peru
1897	1139 t	
1898	830 t	
1900	888 t	
1901	1382 t	1756 t
1902	1442 t	1702 t
1903	1790 t	2113 t
1906	2700 t	
1907	3200 t	
1908	2500 t	
1909	2800 t	
1910	2200 t	
1911	2081 t	
1912	2814 t	
1914		2727 t
1915		3017 t

In den letzten Jahren wurden außerdem in Peru noch beträchtliche Mengen von Balata gewonnen, die über Iquitos verschifft wird. Diese kommt nach den Kautschukberichten von G. F. Hübener in zwei Qualitäten in den Handel:

Gewaschen und gekocht zum Preise von 1 sh 5 d bis 1 sh 7 d pro lb. und

ungereinigt und bröckelig zum Preise von 11 d bis 1 sh 2 d.

Die Ausfuhrmenge betrug im Jahre 1922 1226 t, davon über Belem 512 t. Im ersten Halbjahr 1923 wurden allein über Belem 978 t verschifft. Die Stammpflanze dieser Balata scheint noch nicht bekannt zu sein.

4. Ekuador. Der in Ekuador gewonnene Kautschuk gelangt größtenteils von Guayaquil und Esmeraldas zur Ausfuhr, ein geringerer Teil über den Amazonenstrom. Er stammt hauptsächlich von *Sapium*-Arten (Caucho blanco) und von *Castilloa*-Arten (Caucho negro). Die Ausfuhr über die Küstenhäfen betrug:

1873	831 t
1877	359 t
1878	333 t
1879	284 t
1897	505 t
1898	722 t
1899	655 t
1900	502 t
1901	391 t
1902	503 t
1903	322 t

Für die Gesamtkautschukausfuhr von Ekuador werden folgende Zahlen angegeben:

1910	2066 t
1911	549 t
1915	129 t

5. **Kolumbien.** Der Kolumbia-Kautschuk gelangt von den Hafenstädten Barranquilla, Cartagena, Buenaventura und Tumaco aus zur Versendung. Von diesen Häfen wird aber auch ein Teil von dem in den Nachbarländern gewonnenen Kautschuk exportiert. Die Menge des in Kolumbien geernteten Kautschuks war um das Jahr 1870 herum ziemlich bedeutend. Dann hat sie aber ziemlich schnell wieder erheblich abgenommen, weil die meisten Kautschukbestände vernichtet waren. Es gilt dies namentlich für *Sapium biglandulosum* (Nr. 147), dessen Kautschuk als »Columbia virgin« in den Handel kam. Außerdem wurde wohl namentlich von *Castilloa*-Arten in Kolumbien Kautschuk gewonnen. Der Kautschukexport Kolumbiens betrug nach Reintgen (I, 137), zum Teil in Jahresdurchschnitten angegeben:

1855—1862	230 t
1864	920 t
1868	1800 t
1869	1380 t
1873	3220 t
1875—1877	1800 t
1878	1400 t
1879—1881	1800 t
1882	690 t
1885—1895	483 t
1896—1900	390 t

6. **Venezuela.** Den Hauptexportplatz von Venezuela bildet Ciudad-Bolivar. Es wurde in diesem Lande aber bisher nur verhältnismäßig wenig Kautschuk gewonnen. Eine größere Bedeutung besitzt die Ausfuhr von Balata. Für die Ausfuhrmengen fand ich in verschiedenen Quellen die nachfolgenden Zahlen:

Kautschuk	
1900	80 t
1910	341 t
1911	387 t

Balata	
1896	75 t
1897	296 t
1898	494 t
1899	794 t
1900	1216 t
1901	1196 t
1902	817 t
1903	1095 t
1906	1232 t
1907	1456 t
1910	1903 t
1915	1096 t

Außerdem wurde von Venezuela an »*Chicle gum*« (s. Nr. 169) ausgeführt:

1916	76 t
1917	80 t
1918	261 t
1919	66 t

7. **Britisch-Guayana.** Die Kautschukausfuhr von Britisch-Guayana ist sehr unbedeutend. Der betreffende Kautschuk stammte wohl hauptsächlich von *Sapium Jenmani* (Nr. 153). Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1904/1905	0,4 t
1905/1906	2 t
1906/1907	1 t
1907/1908	3 t
1908/1909	3 t
1909/1910	3 t
1911	2 t

Wichtiger ist dagegen die Balataausfuhr. Für diese werden folgende Mengen angegeben:

1885	25 t
1886	31 t
1887	37 t
1888	113 t
1889	165 t
1890	103 t
1891/1892	53 t
1892/1893	108 t
1893/1894	94 t
1894/1895	100 t
1895/1896	72 t
1902	370 t
1903	323 t
1904	343 t
1905	355 t
1906	330 t
1907	172 t
1912	320 t

Die in Britisch-Guayana mit *Sapium*-Arten angelegten Pflanzungen haben nach T. (1920, 197) keine befriedigenden Ergebnisse geliefert. Dahingegen sollen die *Hevea*-Pflanzungen, die 1920 eine Ausdehnung von etwa 40 000 ha besaßen, bei den zu dieser Zeit begonnenen Zapfungen der Quantität und Qualität des Kautschuks nach günstige Resultate ergeben haben.

8. **Niederländisch-Guayana.** Von Surinam aus wird nur eine sehr geringe Menge von Kautschuk ausgeführt. Im Jahre 1911

betrug diese nur etwa 1 t und im Jahre 1912 2 t. Wichtiger ist dagegen die Ausfuhr von Balata. Für diese werden folgende Mengen angegeben:

1889	1,5 t	1905	244 t
1890	75 t	1906	270 t
1891	96 t	1909	630 t
1892	121 t	1910	893 t
1893	33 t	1911	1186 t
1894	108 t	1912	727 t
1895	134 t	1913	1068 t
1896	210 t	1914	1018 t
1897	159 t	1915	209 t
1898	113 t	1916	769 t
1899	119 t	1917	915 t
1900	209 t	1919	494 t
1901	237 t	1920	461 t
1902	321 t	1921	432 t
1903	370 t	1922	396 t
1904	259 t		

9. **Französisch-Guayana.** In Französisch-Guayana scheinen bisher keine nennenswerten Mengen von Kautschuk gewonnen worden zu sein und auch nur unbedeutende Mengen von Balata. Für letztere werden folgende Ausfuhrmengen angegeben:

1900	4 t
1901	9 t
1902	11 t
1903	12 t
1905	16 t

b) Zentralamerika.

Der in Zentralamerika gewonnene Wildkautschuk stammte bis zum Jahre 1904 größtenteils von *Castilloa*-Arten, und zwar handelte es sich dabei wohl namentlich um *Castilloa costaricana* (Nr. 8), *C. elastica* (Nr. 10 u. 11), *C. nicoyensis* (Nr. 15), *C. panamensis* (Nr. 16) und *C. tunu* (Nr. 17). Genauere Angaben über die von den einzelnen Arten gelieferten Mengen lassen sich aber nicht machen, weil diese erst in neuerer Zeit genauer beschrieben wurden.

In den meisten Ländern ist die Produktion durch die ziemlich allgemein übliche Fällung der anzuzapfenden Bäume stark beeinträchtigt und scheint jetzt nur noch eine sehr geringe Bedeutung zu besitzen. Auch der Anbau von *Castilloa*-Arten scheint allgemein wenig günstige Resultate geliefert zu haben.

Im Jahre 1904 hat dann aber in Mexiko die Produktion des von *Parthenium argentatum* (Nr. 488) stammenden *Guayule*-Kautschuks begonnen, die zeitweilig eine recht bedeutende war. Dagegen hat der ebenfalls in Mexiko gewonnene *Amarillo*-Kautschuk, der von *Euphorbia fulva* (Nr. 103) stammt, wohl nie eine große Bedeutung besessen. Dasselbe gilt wohl auch von den aus verschiedenen *Tabernaemontana*-Arten (Nr. 397, 402—404) gewonnenen guttaperchaähnlichen Produkten.

1. **Panama.** Von Panama wird neben geringen Mengen von Kautschuk auch Balata exportiert. Die Kautschukausfuhr betrug:

1903/1904	62 t
1911	51 t
1912	90 t

2. **Costarica.** Von dem in Costarica gewonnenen Kautschuk wird nach Reintgen (I, 138) etwas weniger als die Hälfte über den atlantischen Hafen Limon und über Punta Arenas am Stillen Ozean verschifft. Der größere Teil gelangt über Greytown (Nicaragua) zur Verschiffung. Die Menge des von Costarica aus direkt in den Handel kommenden Kautschuks betrug:

1875	29 t	1899	81 t
1876	30 t	1901	59 t
1877	46 t	1910	84 t
1878	39 t	1911	74 t
1879	14 t	1913	48 t
1897	24 t	1914	17 t
1898	49 t		

3. **Honduras** (Republik). Der in Honduras gewonnene Kautschuk wird größtenteils über Puerto Cortez exportiert. Die Ausfuhrmengen betrugen:

1900	23 t
1911/1912	27 t

4. **Britisch-Honduras.** Der in Britisch-Honduras gewonnene Kautschuk gelangt über Belize zur Verschiffung. In dem gleichen Hafenorte wird aber auch ein großer Teil des in Guatemala gewonnenen Kautschuks verladen. Die Kautschukproduktion von Britisch-Honduras betrug:

1888	8 t	1896	1 t
1889	5 t	1897	2 t
1890	2 t	1898	2 t
1891	3 t	1899	2 t
1892	4 t	1900	2 t
1893	63 kg	1910	8 t
1894	20 „	1911	11 t
1895	430 „	1912	10 t

5. Nicaragua. Der in Nicaragua gewonnene Kautschuk kommt nach Marzahn (I, 354) in großen armstarken Würsten und in kopfgroßen Ballen von schwärzlicher Farbe in den Handel und bildet eine feste, elastische, sehr geschätzte Sorte. Etwa 95 % davon gelangt nach Reintgen (I, 138) nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Die Versendung findet größtenteils über den atlantischen Hafen Bluefields, der Rest über die pazifischen Häfen Corinto und San Juan del Sur statt. Für den Export nach Amerika werden folgende Mengen angegeben:

1886	776 t
1887	788 t
1888	773 t
1889	787 t
1890	605 t
1891	573 t
1892	564 t
1893	479 t
1894	446 t
1895	454 t
1896	425 t

Außerdem für den Gesamtexport von Nicaragua:

1898	351 t
1899/1900	381 t

6. San Salvador. Als Ausfuhrmengen von San Salvador werden angegeben:

1900	52 t
1910	101 t

7. Guatemala. Die Kautschukausfuhr von Guatemala betrug:

1893	36 t
1900	243 t
1901	248 t
1902	254 t
1903	442 t
1910	160 t
1911	146 t

8. Mexiko. Die Menge des in Mexiko gewonnenen *Castilloa*-Kautschuks war namentlich in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ziemlich bedeutend. Dann hat derselbe infolge der Vernichtung der Kautschukbäume schnell abgenommen. Am Anfange dieses Jahrhunderts begann dann aber die Ausbeutung von *Parthenium argentatum*, der Stammpflanze des *Guayule*-Kautschuks (Nr. 488) die in den letzten Jahren wieder fast ganz aufgehört hat. Über die Menge des ausgeführten Kautschuks habe ich leider nur wenige Angaben finden können. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die mit * bezeichneten Zahlen geben den Import der Vereinigten Staaten an, die den größten Teil des mexikanischen Kautschuks aufnehmen.

	Guayule-kautschuk-ausfuhr	Gesamt-ausfuhr aus Mexiko
1895/1896	80 t	
1898/1899	139 t	
1899/1900	123 t	
1900/1901	194 t	
1901/1902	*120 t	
1902/1903	*114 t	
1903/1904	*166 t	308 t
1905/1906		1450 t
1908/1909		5002 t
1909/1910	8068 t	
1910/1911	7429 t	8946 t
1911/1912	8068 t	6450 t
1912/1913		4629 t
1913/1914		668 t
1914/1915		2633 t
1915/1916		1276 t
1922		*281 t

c) Nordamerika.

In Nordamerika hat bisher keine nennenswerte Kautschukproduktion stattgefunden. Es ist aber wohl nicht ausgeschlossen, daß eine solche unter gewissen Bedingungen rentabel sein könnte. In dem Westen der Vereinigten Staaten wurden wenigstens verschiedene, meist strauchartig wachsende Gewächse aufgefunden, die nicht unbedeutende Mengen von Kautschuk enthalten. Es gilt dies besonders von verschiedenen *Chrysothamnus*-Arten (Nr. 469), von denen die Indianer schon seit langer Zeit Kautschuk (»*Chrysill*«-Kautschuk) gewinnen, so namentlich von *Chrysothamnus nauseosus* (Nr. 471). Außerdem wurden noch in vier anderen *Chrysothamnus*-Arten (Nr. 470, 472—474) und in Arten von *Apocynum* (Nr. 238, 239), *Acerates* (Nr. 434), *Asclepias* (Nr. 435—442), *Gomphocarpus* (Nr. 449), *Actinella* (Nr. 466), *Haplopappus* (Nr. 475—485) und *Hymenolophus* (Nr. 486) mehr oder weniger große Mengen von Kautschuk nachgewiesen.

d) Afrika.

Die Gesamt-Kautschuk-Ausfuhr von Afrika betrug nach Reintgen (I, 143)

im Jahre 1880 nur etwa 2000 t, während aus dem Amazonenstromgebiete in diesem Jahre bereits etwa 8700 t exportiert wurden. Im Jahre 1890 war der Kautschukexport von Afrika auf etwa 6000 t, der des Amazonenstromgebietes auf etwa 17 000 t gestiegen. Im Jahre 1900 betrug der Kautschukexport Afrikas etwa 16000 t, der der Amazonashäfen etwa 27 000 t, und die Weltproduktion rund 50 000 t. Nach de Kruyff (R. R. I. 590) wurden im Jahre 1910 etwa 18500 t Kautschuk von Afrika exportiert. Nach dieser Zeit verliert aber mit dem Auftreten des Plantagenkautschuks der afrikanische Kautschuk rasch immer mehr an Bedeutung.

Die Menge des in den einzelnen Ländern von Afrika produzierten Kautschuks zeigt im Laufe der Jahre große Schwankungen, was einerseits auf die Vernichtung der ausgebeuteten und das Auffinden neuer Bestände und andererseits auch auf die politischen Verhältnisse und die anderweitigen Erwerbsmöglichkeiten der Eingeborenen zurückzuführen ist.

Die Zahl der in Afrika zur Kautschukgewinnung benutzten Arten ist eine sehr große. Die größten Mengen liefern aber jedenfalls die verschiedenen Kautschuklianen, und zwar im nördlichen Teile von Westafrika, namentlich *Landolphia Heudelotii* (Nr. 324), im südlichen Teile von Westafrika *Landolphia owariensis* (Nr. 335) und in Ostafrika *Landolphia Kirkii* (Nr. 328). Von Kautschukbäumen besitzt *Ficus Vogelii* (Nr. 82) in Westafrika eine große Verbreitung und ferner *Kickxia elastica* (Nr. 305), dessen Verbreitungsgebiet bis Uganda reicht. Namentlich im Süden von Westafrika spielt auch der Wurzelkautschuk eine gewisse Rolle, der namentlich von *Landolphia Thollonii* (Nr. 350) und verschiedenen *Carpodinus*-Arten (Nr. 243, 248 und 251) gewonnen wird.

Wie große Mengen nun aber von den einzelnen Arten stammen, läßt sich für die meisten Kautschukgebiete nicht mit Sicherheit angeben. Es ist dies zunächst darauf zurückzuführen, daß namentlich die verschiedenen Kautschuklianen sehr schwer voneinander zu unterscheiden sind, und daß auch wohl manche Autoren ihre Angaben auf unzureichendes Untersuchungsmaterial gestützt haben. So ist es denn auch erklärlich, daß über die Qualität der von einzelnen Arten zu gewinnenden Produkte in der Literatur mehr oder weniger stark voneinander abweichende Angaben vorliegen. Zum Teil ist dies aber vielleicht auch darauf zurückzuführen, daß von der gleichen Art mehrfach morphologisch nicht voneinander unterscheidbare Varietäten vorkommen, die auch bei der gleichen Behandlungsweise Kautschuk von sehr verschiedener Qualität liefern.

Ferner hat aber auch die Art der Gewinnung und Zubereitung auf die Beschaffenheit des Kautschuks einen großen Einfluß, und es ist aus den auf dem Kautschukmarkt üblichen Bezeichnungen, bei denen neben den durch die Präparation bewirkten Eigenschaften des Kautschuks in erster Linie das Ursprungsland oder der Ausfuhrhafen eine Rolle spielen, die Stammpflanze der einzelnen Kautschuksorten meist nicht zu ersehen. So sollen denn auch im folgenden unter Verweisung auf die im vorstehenden Abschnitt gemachten Angaben bei Besprechung der Produktion der einzelnen Länder nur die wichtigsten von den in ihnen vorkommenden Kautschukpflanzen angeführt werden.

Die Menge des in den einzelnen Ländern produzierten Kautschuks genau anzugeben, wird dadurch erschwert, daß häufig nur über die von den verschiedenen Ausfuhrhäfen exportierten Kautschukmengen Angaben vorliegen, und daß von diesen aus je nach den Transportmöglichkeiten im Innern und den Schiffsverbindungen häufig auch aus den Nachbarländern stammender Kautschuk verladen wird.

1. Französisch-Senegambien. Der größte Teil des in Senegambien gewonnenen Kautschuks wird von Casamance, ein kleinerer Teil von Rufisque aus exportiert. Außer *Landolphia Heudelotii* (Nr. 324) und *Ficus Vogelii* (Nr. 82) wird auch *Ficus dob* (Nr. 36) als Kautschuklieferant angegeben. Die über die Mengen des exportierten Kautschuks vorliegenden Angaben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Ganz Senegambien	Casamance
1883		60 t
1884		103 t
1887		150 t
1888		128 t
1889	186 t	
1891	62 t	39 t
1892	232 t	193 t
1893	274 t	238 t
1894	458 t	397 t
1895	163 t	145 t
1896	178 t	127 t
1897	156 t	
1898	340 t	
1899	477 t	
1900	344 t	
1901	361 t	
1902	549 t	
1903	817 t	
1905	626 t	
1906	646 t	
1907	821 t	
1912	369 t	

2. **Britisch-Gambia.** Die Ausfuhr geschieht hauptsächlich über Bathurst. Durch Raubbau wurde die Produktion stark herabgedrückt. Diese betrug:

1895	300 t
1896	212 t
1901	67 t
1902	30 t
1904	6 t
1905	4 t
1906	5 t
1907	28 t
1910	3 t
1911	5 t

3. **Portugiesisch-Guinea.** Die Ausfuhr geschieht größtenteils über Bissao. Sie betrug:

1894	178 t
1900	150 t
1910	52 t
1911	250 t
1912	247 t

4. **Französisch-Guinea.** Der meiste in Französisch-Guinea gewonnene Kautschuk wird von Konakry aus verschifft. Von hier gelangt aber auch ein großer Teil des Sudan-Kautschuks zur Versendung. Im allgemeinen wird der »Konakry-Kautschuk« namentlich der aus dem Süden stammende, sehr geschätzt. Der als »*rote Konakry niggers*« in den Handel kommende Kautschuk ist aber nach Marzahn (I, 298) minderwertig. Als Ausfuhrmengen von Franz.-Guinea werden angegeben:

1898	1693 t
1899	1856 t
1912	2041 t

6. **Sudan.** Der von dem früher als Sudan bezeichneten französischen Kolonialgebiet ausgeführte Kautschuk gelangt hauptsächlich über Senegambien, Französisch-Guinea und Sierra Leone zur Versendung. Es handelt sich dabei wohl in erster Linie um *Landolphia Heudelotii* (Nr. 324). Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1895	36 t
1896	90 t

Später scheint dort aber die Produktion erheblich zugenommen zu haben. Nach Warburg (II, 28) wurde wenigstens die dortige Produktion von Chevalier im Jahre 1899 auf 400 t geschätzt.

7. **Sierra Leone.** In Sierra Leone wurde hauptsächlich Lianenkautschuk, außerdem aber vielleicht auch *Kickxia*-Kautschuk gewonnen. Ferner wird auch *Ficus Brassii* (Nr. 27) als Kautschuklieferant von Sierra Leone angeführt. Schon am Ende vorigen Jahrhunderts hat die Produktion infolge der Vernichtung der Bestände bedeutend abgenommen. Als Produktionsmengen werden angegeben:

1888	574 t
1889	352 t
1890	455 t
1891	678 t
1892	547 t
1893	423 t
1894	401 t
1895	647 t
1896	677 t
1897	592 t
1898	294 t
1899	248 t
1900	125 t
1901	60 t
1902	47 t
1904	69 t
1905	183 t
1906	109 t
1907	75 t
1910	22 t
1911	19 t
1912	10 t

8. **Liberia.** Von der Negerrepublik Liberia scheint bisher nur verhältnismäßig wenig Kautschuk exportiert zu sein. Ich fand folgende Angaben:

1901/1902	39 t
1908	77 t
1909	81 t
1910	53 t
1911	47 t
1912	43 t
1913	53 t
1914	4 t
1915	5 t

9. Elfenbeinküste. Der an der Elfenbeinküste gewonnene Kautschuk wird hauptsächlich von Grand Lahou, Grand Bassam und Assinie aus exportiert. Er stammt außer von *Landolphia Heudelotii* (Nr. 324), *Kickxia elastica* (Nr. 305) und *Ficus Vogelii* (Nr. 82) von *Carpodinus hirsuta* (Nr. 249), *Clitandra elastica* (Nr. 267), *Cl. eugeniifolia* (Nr. 268), *Cl. laurifolia* (Nr. 273) und *Periploca canescens* (Nr. 456). Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1890	76 t
1895	115 t
1896	142 t
1897	190 t
1898	290 t
1899	634 t
1900	1051 t
1901	705 t
1910	1376 t

10. Goldküste. Der an der Goldküste gewonnene Kautschuk stammt von den gleichen Arten wie der der Elfenbeinküste. Er gelangt größtenteils von Accra aus zum Versand. Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1888	398 t
1889	564 t
1890	1522 t
1891	1337 t
1892	1210 t
1893	1538 t
1894	1372 t
1895	1820 t
1896	1690 t
1897	2250 t
1898	2715 t
1899	2520 t
1900	1605 t
1901	685 t
1902	720 t
1903	1022 t
1904	1821 t
1905	1673 t
1906	1655 t
1907	1610 t
1910	1463 t
1911	1212 t
1912	904 t

11. Togo. Der in Togo gewonnene Kautschuk stammt hauptsächlich von *Landolphia owariensis* (Nr. 335) und *Ficus Vogelii* (Nr. 82). Den Hauptausfuhrhafen bildet Lome. Die Ausfuhrmengen betrugen:

1892	37 t
1893	29 t
1894	31 t
1895	87 t
1896	83 t
1897	66 t
1898	87 t
1899	68 t
1900	98 t
1901	64 t
1902	72 t
1903	95 t
1904	105 t
1905	115 t
1906	134 t
1907	163 t
1908	147 t
1909	147 t
1910	135 t
1911	145 t
1912	166 t

Im Jahre 1912 waren in Togo 164,5 ha mit Kautschukbäumen bepflanzt, größtenteils mit *Manihot Glaziovii*.

12. Dahomey. In Dahomey wurde erst 1895 mit der Kautschukgewinnung begonnen. Der Export ist von dort aus auch nur gering gewesen, wie die folgenden Ausfuhrmengen erkennen lassen:

1895	0,3 t
1897	3 t
1898	14 t
1899	14 t
1901	6 t
1902	2 t
1912	7 t

13. Lagos. Von Lagos aus wurden in den Jahren 1895—1899 sehr bedeutende Mengen von Kautschuk exportiert, die größtenteils von *Kickxia elastica* (Nr. 305) stammten. Der von dieser Pflanze gewonnene Kautschuk wurde unter der Bezeichnung »*Silk rubber*« in den Handel gebracht. Später hat die Ausfuhr infolge der Verwüstung der vorhandenen Bestände bedeutend abgenommen. Außerdem soll in Lagos auch von *Holarrhena africana* (Nr. 298) Kautschuk gewonnen sein. Die Ausfuhrmengen betrugen:

1888	257 kg
1889	228 „
1890	54 „
1891	47 „
1893	25 „
1894	3 t
1895	2300 t
1896	2940 t
1897	2020 t
1898	1713 t
1899	905 t
1900	271 t
1901	88 t
1902	69 t
1903	59 t

14. Nigeria. Der wichtigste Ausfuhrhafen von Nigeria ist Old Calabar. Der dort gewonnene Kautschuk stammt größtenteils von *Landolphia owariensis* (Nr. 335), *Kickxia elastica* (Nr. 305) und *Ficus Vogelii* (Nr. 82). Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1892/1893	151 t
1893/1894	245 t
1895/1896	140 t
1896/1897	175 t
1897/1898	268 t
1898/1899	396 t
1899/1900	657 t
1900/1901	1065 t
1901	788 t
1902	392 t
1903	533 t
1904	1213 t
1905	1414 t
1906	1558 t
1907	1290 t
1910	1195 t
1911	982 t

15. Kamerun. In Kamerun wurde außer von *Kickxia elastica* (Nr. 305) von *Ficus Preussii* (Nr. 64), *Carpodinus landolphioides* (Nr. 252), *C. maxima* (Nr. 257), *C. uniflora* (Nr. 260), *Clitandra Simoni* (Nr. 280) und *Landolphia comorensis* (Nr. 310) Wildkautschuk gewonnen.

Namentlich in den letzten Jahren wurden aber von dort aus auch bereits beträchtliche Mengen Plantagenkautschuk ausgeführt. Im Jahre 1912 waren dort bepflanzt mit:

Kickxia	4220 h
Hevea	2804 h
Manihot	83 h
Ficus	68 h
Lianen	3,5 h
Castilloa	3 h

Die Ausfuhrmengen betrugen:

1892	323 t
1893	414 t
1894	409 t
1895	353 t
1896	340 t
1897	372 t
1898	534 t
1899	560 t
1900	547 t
1901	518 t
1902	488 t
1903	627 t
1904	871 t
1905	972 t
1906	1151 t
1907	1493 t
1908	1215 t
1909	1518 t
1910	1962 t
1911	2708 t
1912	2811 t

16. Französisch-Kongo. Der im französischen Kongo gewonnene Kautschuk gelangt hauptsächlich über Libreville und Brazzaville am Kongo zum Export. Derselbe stammt von *Kickxia elastica* (Nr. 305) und verschiedenen Lianen, u. a. *Landolphia Foreti* (Nr. 321), sowie von *Landolphia Thollonii* (Wurzelkautschuk, Nr. 350). Folgende Exportmengen werden angegeben:

1891	390 t
1895	574 t
1896	546 t
1897	518 t
1898	578 t
1899	894 t
1900	656 t
1901	655 t
1902	689 t
1903	843 t
1906	107 t
1907	361 t

17. Portugiesisch-Kongo. Die Menge des über Kabinda exportierten Kautschuks wurde am Anfang dieses Jahrhunderts auf etwa 30 t jährlich geschätzt.

18. Belgischer Kongo. Der Kongostaat hat lange Zeit hindurch nach Brasilien die größte Menge von Wildkautschuk geliefert. Dieser kommt unter sehr verschiedenen Handelsnamen auf den Markt. Nach Marzahn (I) sind die des oberen Kongo (*Kassai rot* und *K. schwarz, Lopori, Equateur, Bussira, Ruke, Yakome-Spindeln, Ikelembawii-Felle*) von guter Qualität, die des unteren Kongo (*Mongala, Bumba, Aruwimi, Uitlé, rote* und *schwarze Bas Congo*) meist mehr oder weniger stark

verunreinigt und auch häufig durch Weichheit, sowie hohen Wasser- und Harzgehalt gekennzeichnet.

Als Stammpflanzen des Kongokautschuks werden außer *Kickxia elastica* (Nr. 305), *Ficus nekbudu* (Nr. 55) und *F. Bubu* (Nr. 28) zahlreiche verschiedene Lianen angeführt, namentlich *Carpodinus congolensis* (Nr. 244), *C. Jumellei* (Nr. 250), *Clitandra nzunde* (Nr. 277), *Cl. orientalis* (Nr. 278), *Landolphia Droogmansiana* (Nr. 316), *L. Gentilii* (Nr. 322), *L. Klainei* (Nr. 329) und *Oncinotis hirta* (Nr. 378). Außerdem wird dort auch Wurzelkautschuk gewonnen.

Die zeitweilig von der Regierung angeordneten Nachpflanzungen von Kautschuk-Lianen scheinen wenig günstige Resultate ergeben zu haben. Aussichtsreicher erscheint jedenfalls die *Hevea*-Kultur, die in neuerer Zeit ziemlich ausgedehnt zu sein scheint. Es wurden vom Kongostaat auch bereits gute »*ribbed smoked sheets*« auf den Markt gebracht. Die Gesamtausfuhrmenge betrug:

1886	18 t
1887	30 t
1888	74 t
1889	131 t
1890	124 t
1891	81 t
1892	156 t
1893	241 t
1894	338 t
1895	577 t
1896	1317 t
1897	1662 t
1898	2113 t
1899	3747 t
1900	5317 t
1901	6023 t
1902	5350 t
1903	5918 t
1910	3416 t
1911	4335 t
1912	4777 t
1914	2224 t
1915	2013 t

19. Angola. Von Angola aus wird neben Lianenkautschuk namentlich Wurzelkautschuk exportiert, zeitweilig auch Almeidina-Kautschuk, der von *Euphorbia rhipsaloides* (Nr. 109) gewonnen wird. Außerdem wurde dort auch *Raphionacme utilis* (Nr. 457), die in den Knollen Kautschuk enthält, nachgewiesen. Der größte Teil des Kautschuks wird von Benguella aus verschifft, der Rest über S.-Paulo de Loanda, Mossamedes, Ambris und Novo Redondo. Die Ausfuhrmengen des Lianen- und Wurzelkautschuks betrugen:

1870	15 t
1895	2106 t
1896	2286 t
1898	3389 t
1899	3391 t
1900	1996 t
1910	3270 t
1911	2538 t
1912	2200 t
1913	1700 t
1914	2000 t
1915	2500 t
1916	2000 t

Für Almeidina werden folgende Ausfuhrmengen angegeben:

1897	73 t
1898	100 t
1899	123 t
1903	68 t

20. Natal. In Natal wurde zeitweilig der harzreiche Kautschuk von *Euphorbia tirucalli* (Nr. 110) gewonnen. Im Jahre 1913 sollen von dort monatlich 10,3 t exportiert worden sein.

21. Portugiesisch-Ostafrika. Der in Portugiesisch-Ostafrika gewonnene Kautschuk stammt größtenteils von *Landolphia Kirkii* (Nr. 328). Die Ausfuhr geschieht über Lourenço Marques, Inhambáne, Beira, Quilimane und Moçambique. Für diese Häfen wurden folgende Ausfuhrmengen angegeben:

	Moçambique	Beira	Inhambáne
1887	446 t		
1893		24 t	
1894	125 t		
1895	125 t		
1896	100 t		39 t
1897	50 t	10 t	35 t
1898			20 t
1899			27 t
1900		35 t	
1901		85 t	
1902	103 t	62 t	
1903	348 t		

Ibo	1896	50 t
Lourenço Marquez	1903	5 t

Als Gesamtausfuhr von Portugiesisch-Ostafrika wird ferner angegeben:

1910	306 t
1911	124 t

22. Nyassaland und Rhodesia. Der in Britisch-Nyassaland und -Rhodesia ge-

wonnene Kautschuk stammt hauptsächlich von *Landolphia Kirkii* (Nr. 328) und gelangt über Chiromo nach den portugiesischen Häfen. Für Nyassaland werden folgende Exportmengen angegeben:

1893	245 kg
1894/1895	65 „
1895/1896	255 „
1896/1897	3 t
1897/1898	9 t
1899/1900	54 t
1900/1901	39 t
1901/1902	7 t
1902/1903	5 t
1903/1904	2 t
1909/1910	12 t
1910/1911	27 t
1911/1912	22 t

Im Jahre 1913 waren in Nyassaland etwa 3600 ha mit Kautschukbäumen bepflanzt, davon etwa 3100 ha mit *Manihot Glaziovii*.

23. Deutsch-Ostafrika. Der im vorm. Deutsch-Ostafrika gewonnene Wildkautschuk stammt außer von *Landolphia Kirkii* (Nr. 328) von *Mascarenhasia elastica* (»*Mgoa*«-Kautschuk (Nr. 362), von *Landolphia dondeensis* (Nr. 315), *L. kilimandjarica* (Nr. 327), *L. lucida* var. *hispida* (Nr. 332), *L. owariensis* (Nr. 335), Varietäten von *L. Petersiana* (Nr. 340—343) und *L. Stolzii* (Nr. 347). Außerdem bestanden dort auch sehr bedeutende Anpflanzungen von *Manihot Glaziovii*. Im Jahre 1912 waren mit dieser Art 32 682 ha bepflanzt und 279 ha mit anderen Arten von Kautschukpflanzen. Der Gesamtexport betrug:

1889/1890	190 t
1890/1891	238 t
1893	228 t
1894	189 t
1895	230 t
1896	279 t
1897	282 t
1898	187 t
1899	268 t
1900	197 t
1901	210 t
1902	255 t
1903	340 t
1904	342 t
1905	302 t
1906	297 t
1907	242 t
1908	211 t
1909	474 t
1910	744 t
1911	856 t
1912	1203 t

Hiervon kamen auf Plantagenkautschuk:

1908	87 t
1909	218 t
1910	413 t
1911	685 t

24. Britisch-Ostafrika und -Uganda. Der in Britisch-Ostafrika gewonnene Kautschuk stammt hauptsächlich von Lianen, unter andern auch von *Landolphia Watsoniana* (Nr. 353). In Uganda wurden außer *Kickxia elastica* (Nr. 305) *Clitandra orientalis* (Nr. 278), *Landolphia Dawei* (Nr. 313) und *L. ugandensis* (Nr. 352) nachgewiesen. Nach Ashplant (G. Z. 36, 1323) wurden in Uganda große Anpflanzungen von *Hevea* angelegt, obwohl die Bedingungen für eine rentable Kultur infolge der hohen Lage, der großen Transportkosten und der mangelhaften Arbeiterverhältnisse nicht gerade günstig sind. Im Jahre 1922 waren dort 7100 ha mit *Hevea* bepflanzt. Als Ausfuhrmengen von Britisch-Ostafrika und Uganda zusammen werden angegeben:

1895/1896	48 t
1896/1897	63 t
1897/1898	39 t
1898/1899	48 t
1899/1900	67 t
1900/1901	45 t
1901/1902	37 t

Ferner für Britisch-Ostafrika:

1904	83 t
1905	65 t
1906	67 t
1907	54 t
1909/1910	8 t
1910/1911	10 t
1911/1912	7 t

und für Uganda:

1904	23 t
1905	46 t
1906	33 t
1907	16 t
1909/1910	175 t
1910/1911	216 t
1911/1912	46 t
1912/1913	64 t

25. Ägyptischer Sudan. Im ägyptischen Sudan wurden nach Reintgen (I, 188) von Schweinfurth große Mengen von *Landolphia Heudelotii* (Nr. 324) nachgewiesen. Es soll dort auch Kautschuk gewonnen und über Alexandrien exportiert werden. Genauere Angaben

über die Größe der Produktion habe ich nicht auffinden können.

26. Abessinien. Der in Abessinien gewonnene Kautschuk stammt wohl ausschließlich von Lianen. Als Exportmengen wurden angegeben:

1910	137 t
1911	2 t
1912	2 t

27. Zanzibar. Auf Zanzibar werden nur ganz geringe Mengen von Lianenkautschuk gewonnen. Zanzibar besaß aber als Stapelplatz für den an der Ostküste von Afrika gewonnenen Kautschuk eine gewisse Bedeutung für den Kautschukhandel.

28. Madagaskar. Madagaskar ist durch eine sehr große Anzahl von Kautschuk liefernden Pflanzen ausgezeichnet. Es werden dort als Kautschuk enthaltend angegeben: *Euphorbia intisy* (Nr. 104), *E. pirahazo* (Nr. 106), vierzehn verschiedene *Landolphia*-Arten (Nr. 308, 309, 311, 312, 317, 319, 323, 325, 333, 334, 338, 344, 346 u. 349), zehn *Mascarenhasia*-Arten (Nr. 359, 361, 363, 364, 365—370), *Plectaneia elastica* (Nr. 391), *Pl. microphylla* (Nr. 392), *Cryptostegia madagascariensis* (Nr. 446), *Gonocrypta Grevei* (Nr. 450), *Kompitsia elastica* (Nr. 451), *Marsdenia verrucosa* (Nr. 453), *Pentopetia elastica* (Nr. 455) und *Secamonopsis madagascariensis* (Nr. 458). Zum großen Teil liefern diese Pflanzen aber sicher sehr minderwertige Produkte, deren Einsammlung jetzt nicht mehr lohnen würde. Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1896	537 t
1898	277 t
1899	460 t
1900	427 t
1901	189 t
1905	242 t
1906	350 t
1907	169 t
1910	1125 t
1911	801 t
1912	847 t

e) Asien und Australien.

In Asien wurde namentlich in dem nördlichen Teile von Vorderindien und in ganz Hinterindien Wildkautschuk gewonnen. Durch besonderen Reichtum an Kautschukpflanzen sind ferner auch die Inseln Sumatra und Borneo ausgezeichnet, während auf Java nur geringe und auf Celebes überhaupt keine nennenswerten Mengen von Kautschuk gesammelt worden zu sein scheinen. Die wichtigsten Kautschukpflanzen sind in diesem Gebiete *Ficus elastica* (Nr. 37), *Willughbeia firma* (Nr. 426) und verschiedene *Urceola*-Arten (Nr. 411—415, 418 u. 419). Außerdem finden sich in demselben Gebiet noch einige *Willughbeia*-Arten (Nr. 421, 423, 428 u. 430), die ein minderwertiges Produkt liefern, das hauptsächlich zum Verfälschen der besseren Kautschuksorten dienen soll. Verschiedene andere Wildkautschuk liefernde Arten von mehr beschränkter Verbreitung sollen bei Besprechung der einzelnen Länder erwähnt werden.

An dieser Stelle sei aber gleich noch darauf hingewiesen, daß ziemlich bedeutende Mengen eines verhältnismäßig harzreichen Produktes, das unter der Bezeichnung »*Djelutung*« (Nr. 283) in den Handel kommt, namentlich auf Borneo von verschiedenen *Dyera*- und *Alstonia*-Arten (Nr. 284—286 und 228, 232, 233, 236, 237) gewonnen werden.

Von Borneo und Sumatra, sowie von der Halbinsel Malakka stammt ferner auch fast alle in den Welthandel kommende Guttapercha (Nr. 188), die namentlich von *Palaquium borneense* (Nr. 191), *P. gutta* (Nr. 195) und *P. oblongifolium* (Nr. 200) gewonnen wird. Weniger wertvolle Guttaperchasorten werden ferner von anderen *Palaquium*-Arten (Nr. 189, 190, 192—194, 197, 198, 201, 204—206 und 210) und von *Payena*-Arten (Nr. 213, 216—218, 221, 223 und 224) gewonnen.

Während nun aber Asien als Lieferant von Wildkautschuk hinter Amerika und auch Afrika weit zurückstand, hat es sich in neuerer Zeit durch die großen Mengen des produzierten Plantagenkautschuks eine den Weltmarkt beherrschende Stellung errungen. Der größte Teil davon wird jetzt von der Halbinsel Malakka geliefert; dann folgen Niederländisch-Indien und Ceylon.

1. Ceylon. Auf Ceylon wurden früher von *Ficus mysorensis* (Nr. 54) und *Chonemomorpha macrophylla* (Nr. 264) geringe Mengen von minderwertigem Wildkautschuk gewonnen. Als Ausfuhrmengen werden angegeben:

1893	3 t
1894	4 t
1895	1 t
1896	8 t
1897	4 t
1898	1 t
1899	4 t
1900	4 t
1901	3 t
1902	10 t
1903	19 t
1904	33 t
1910	1500 t
1911	3000 t
1912	7375 t

Ungefähr am Anfang dieses Jahrhunderts begann in Ceylon auch die Produktion des Plantagenkautschuks, die bald eine große Höhe erreichte. Es handelt sich dabei fast ausschließlich um *Hevea*-Kautschuk. In der Statistik wird der von Ceylon ausgeführte Plantagenkautschuk meist mit dem von Vorderindien und Burma stammenden vereinigt. Die Menge des aus diesen Gebieten ausgeführten Kautschuks betrug:

1916	23 500 t
1917	25 000 t
1918	23 000 t
1919	43 000 t
1920	37 200 t
1921	40 100 t
1922	47 000 t
1923	36 000 t

Die Größe des mit Kautschukbäumen bepflanzten Areals betrug auf Ceylon:

1916	93 000 ha
1917	117 000 „
1918	121 000 „
1919	121 000 „
1920	121 000 „
1921	121 000 „
1922	158 000 „
1923	158 000 „

2. Vorderindien und Burma. Der in Vorderindien und Burma gewonnene Wildkautschuk stammte jedenfalls zum größten Teile von *Ficus elastica* (Nr. 37) und von *Urceola-Arten*. Außerdem werden für Burma folgende Kautschukpflanzen angegeben: *Ecdysanthera micrantha* (Nr. 292), *Parameria barbata* (Nr. 381) und *Rhynchodia Wallichii* (Nr. 395).

In neuerer Zeit spielt aber namentlich in Burma der auf den Plantagen gewonnene Kautschuk eine bedeutende Rolle.

Über die Ausfuhrmengen von Vorderindien und Burma liegen folgende Angaben vor:

1869/1870	334 t
1870/1871	455 t
1871/1872	795 t
1872/1873	1095 t
1873/1874	855 t
1874/1875	806 t
1875/1876	774 t
1876/1877	675 t
1877/1878	700 t
1878/1879	510 t
1879/1880	586 t
1880/1881	498 t
1881/1882	544 t
1882/1883	536 t
1883/1884	466 t
1884/1885	412 t
1885/1886	333 t
1886/1887	386 t
1887/1888	468 t
1888/1889	441 t
1889/1890	505 t
1890/1891	472 t
1891/1892	473 t
1892/1893	506 t
1893/1894	488 t
1894/1895	470 t
1895/1896	364 t
1896/1897	315 t
1897/1898	283 t
1898/1899	316 t
1899/1900	414 t
1900/1901	391 t
1901/1902	210 t
1902/1903	52 t
1903/1904	91 t

In Vorderindien hat wohl nur der nördliche Teil nennenswerte Mengen von Kautschuk geliefert. Dieser gelangte hauptsächlich von Kalkutta aus zur Versendung. In dem gleichen Hafen wurde aber auch ein Teil des Burma-Kautschuks verladen. Wie die folgenden Ausfuhrmengen von Kalkutta zeigen, war dort aber bereits im Jahre 1873 der Höhepunkt erreicht.

1867—1873	610 t	(Jahresdurchschnitt)
1873/1874	826 t	
1874/1875	708 t	
1887/1888	318 t	
1888/1889	285 t	
1889/1890	229 t	
1890/1891	213 t	
1891/1892	181 t	
1895/1896	124 t	

In Burma hat dagegen die Kautschukausfuhr erst viel später begonnen, wie aus den folgenden Angaben über die Ausfuhrmengen von Burma hervorgeht:

1873/1874	30 t
1874/1875	99 t
1887/1888	151 t
1888/1889	156 t
1889/1890	275 t
1890/1891	259 t
1891/1892	293 t
1911/1912	141 t
1912/1913	239 t
1913/1914	347 t
1914/1915	448 t
1915/1916	583 t
1920/1921	1884 t

Die bedeutende Zunahme in den letzten Jahren ist darauf zurückzuführen, daß nun bereits erhebliche Mengen von Plantagenkautschuk an den Markt kamen. Die Gesamtmenge des in Vorderindien und Burma von den verschiedenen Arten geernteten Plantagenkautschuks war folgende:

	Hevea	Manihot	Ficus
1920	6194 t	35 t	26 t
1921	4081 t	22 t	6 t

Das mit Kautschukbäumen bepflanzte Areal betrug im Jahre 1921 in den gleichen Ländern 50 450 ha.

3. Siam. Der in Siam gewonnene Kautschuk stammt wohl größtenteils von *Ficus elastica-* (Nr. 37) und *Urceola*-Arten. Außerdem wird auch *Pezizicarpus montana* (Nr. 390) als Kautschukpflanze von Siam angegeben.

Die Ausfuhrmengen betrugen:

1909/1910	3 t
1910/1911	14 t
1911/1912	64 t
1912/1913	110 t

Außerdem wurden noch ganz geringe Mengen von Guttapercha von Siam aus exportiert. Über Singapore wurden exportiert:

1885	0,6 t
1894	0,35 t

4. Französisch-Indochina. Der hauptsächlich von den Häfen Haiphong und Saigon zur Ausfuhr gelangende Wildkautschuk stammt anscheinend von einer sehr großen Anzahl verschiedener Arten. Es werden wenigstens als Kautschukpflanzen von Indochina angegeben: *Bleekrodia tonkinensis* (Nr. 5), *Bousigonia tonkinensis* (Nr. 241), 6 verschiedene *Ecdysanthera*-Arten (Nr. 287 bis 289, 291, 293, 294), *Micrechites Bailloni* (Nr. 376), und *M. napeensis* (Nr. 377), *Parabarium diudo* (Nr. 379 und 380), *Parameria glandulifera* (Nr. 383) und *P. Griffithii* (Nr. 384), *Tabernaemontana annamensis* (Nr. 399) und *T. bovina* (Nr. 400) und *Xylinabaria Reynaudi* (Nr. 432). Minderwertige Guttapercha soll ferner von *Dichopsis Krantziana* (Nr. 176) gewonnen werden.

Im Jahre 1904 wurde ferner nach T. (1919, 199) mit der Anlage von Kautschukpflanzungen (*Hevea*) begonnen. Im Jahre 1917 nahmen diese bereits ein Areal von 21 322 ha ein.

Die Mengen des exportierten Kautschuks betrugen:

1898	2 t
1899	53 t
1900	339 t
1901	266 t
1910	175 t
1911	245 t
1912	231 t
1913	214 t
1914	195 t
1915	376 t
1916	548 t
1917	931 t
1918	531 t
1920	3500 t
1921	3000 t

Außerdem wurden in Französisch-Indochina noch geringe Mengen von Guttapercha gewonnen. Über Singapore wurden exportiert:

1886	2,4 t
1889	1,5 t
1891	0,9 t
1894	0,3 t
1895	1,6 t
1896	0,4 t

5. Britisch-Malaya. Die Hauptausfuhrhäfen für den in den Malay-Estates und den Straits Settlements gewonnenen Kautschuk sind Penang und Singapore. In Penang wird aber auch ein Teil des auf Sumatra gewonnenen Kautschuks verladen, während von Singapore aus auch von Java, Borneo und Neuguinea stammender Kautschuk exportiert wurde. Ferner gelangte in Singapore bis vor einigen Jahren auch alle in den Welthandel kommende Guttapercha zur Verladung. Wie viel Wildkautschuk auf der Malaiischen Halbinsel selbst produziert wurde, ist infolgedessen nicht aus den

Exportziffern zu ersehen. Bei dem Wildkautschuk unterscheidet man übrigens zwischen dem von *Ficus elastica* (Nr. 37) stammenden *Ramboeng* und der namentlich von *Willughbeia*-Arten (Nr. 421 bis 430) gewonnenen *Getah soesoe*. Die Ausfuhrmengen dieser beiden Arten betrugen:

Von Singapore

	Rambong	Getah soesoe
1883	73 t	813 t
1884	9 t	529 t
1885	17 t	416 t
1886	32 t	405 t
1887	27 t	845 t
1888	18 t	674 t
1897	295 t	993 t

Von Penang

1897	285 t	50 t

Außerdem werden für Malaya auch *Ficus annulata* (Nr. 24) und *Leuconotis Griffithii* (Nr. 357) als Kautschukpflanzen angegeben.

Eine hervorragende Stellung gewann die Malaiische Halbinsel durch den dort gewonnenen Plantagenkautschuk, dessen Menge jetzt so angewachsen ist, daß sie über die Hälfte des gesamten in den Welthandel kommenden Kautschuks beträgt. Es wurden von der Malaiischen Halbinsel exportiert:

1910	6 518 t
1911	11 296 t
1912	20 749 t
1916	102 000 t
1917	146 000 t
1918	134 000 t
1919	219 000 t
1920	178 800 t
1921	159 900 t
1922	248 000 t
1923	252 000 t

Die im Jahre 1923 mit *Hevea* bepflanzte Fläche wird auf 890 000 ha geschätzt.

Die von Singapore aus exportierten Mengen von Guttapercha sind aus der Tabelle unter A, X, b ersichtlich.

6. Niederländisch-Indien. Der auf Sumatra gewonnene Wildkautschuk stammt hauptsächlich von *Ficus elastica* (Nr. 37) und *Willughbeia firma* (Nr. 426), sowie einigen anderen *Willughbeia*-Arten und von *Urceola*-Arten (Nr. 411—420). Ferner werden noch als Kautschukpflanzen von Sumatra angeführt: *Ficus consociata* (Nr. 31), *Hymenolophus Romburghii* (Nr. 302), *Leuconotis anceps* (Nr. 354) und *Parameria pedunculosa* (Nr. 385).

Die Ausfuhr des Wildkautschuks geschieht größtenteils über Penang, Singapore und Batavia, zum Teil auch direkt von Padang aus. Aus dem letzteren Hafen wurde exportiert:

1885	39 t
1886	¼ t
1887	6 t
1888	66 t
1889	28 t
1890	26 t

Der auf Java gewonnene Wildkautschuk stammte fast ausschließlich von *Ficus elastica*. Die Ausfuhr geschah größtenteils von Batavia aus. Es wurden von dort aus exportiert:

1884	43 t
1885	3 t
1886	2 t
1887	9 t
1888	30 t

Der in Borneo gewonnene Wildkautschuk stammte anfangs hauptsächlich von *Willughbeia*-Arten. Ferner soll auch *Melodinus ovalis* (Nr. 373) Kautschuk zweiter Qualität liefern. Später fand dann auch ein beträchtlicher Export von *Djelutung*-Kautschuk (Nr. 283) statt, der hauptsächlich von *Alstonia*-Arten (Nr. 228, 232, 233 u. 237) und *Dyera*-Arten (Nr. 283 u. 286) gewonnen wurde.

Die Ausfuhr geschieht zum Teil über Singapore, teils direkt von Pontianak und Bandjermasin aus. Als Exportziffern werden angegeben von Pontianak:

1895	140 t
1896	18 t
1897	5 t

Von Bandjermasin:

1898	910 t
1903	766 t

Schon vor Anfang dieses Jahrhunderts hat aber in Niederländisch-Indien bereits eine geringe Produktion von Plantagenkautschuk stattgefunden. So wurden auf den Pamanoekan- und Tjiasem-Landen (Java), der ältesten Kautschukplantage der Welt, bereits im vorigen Jahrhundert folgende Kautschukmengen exportiert:

1894	3,1 t
1895	3,5 t
1896	1,7 t
1897	3,3 t

Bald erreichte aber die Kautschukausfuhr von Niederländisch-Indien eine bedeutende Höhe. Sie betrug:

1910	2769 t
1911	2253 t
1912	4320 t

Ferner wird für den Export von Plantagenkautschuk von Java und Sumatra angegeben:

	Java	Sumatra	Summe
1916	14 000 t	8 700 t	22 700 t
1917	19 000 t	13 200 t	32 200 t
1918	17 300 t	12 900 t	30 200 t
1919	35 500 t	26 500 t	62 000 t
1920	31 000 t	22 400 t	53 400 t
1921	29 600 t	29 900 t	59 500 t
1922	32 000 t	39 000 t	71 000 t
1923	32 000 t	46 000 t	78 000 t

Von den verschiedenen Arten von Kautschukbäumen wurde auf den Plantagen von Java anfangs fast ausschließlich die dort einheimische *Ficus elastica* angepflanzt, außerdem aber auch *Manihot Glaziovii, Castilloa elastica* und *Hevea brasiliensis*, später nur noch die letztgenannte Art. Die Mengen der auf Java von diesen Arten in den Jahren 1916 und 1917 geernteten Kautschukmengen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

	Hevea	Ficus	Manihot	Castilloa
1916	13 762 t	67 t	68 t	41 t
1917	18 861 t	21 t	33 t	24 t

Zurzeit stammt fast aller in Niederländisch-Indien gewonnene Plantagenkautschuk von *Hevea*.

Die Größe des auf Java und Sumatra mit Kautschukpflanzungen bedeckten Areals — ausschließlich der Pflanzungen der Eingeborenen — wurde 1923 auf 360 000 ha geschätzt. Als Durchschnittserträge pro Hektar wurden angegeben:

1921	273 kg
1922	307 „

Außer den von Europäern geleiteten Plantagen finden sich nun aber namentlich auf Sumatra auch sehr ausgedehnte Anpflanzungen der Eingeborenen, die anfangs vorwiegend aus Lianen und *Ficus elastica* bestanden. Später sind aber auf diesen auch große Mengen von *Hevea*-Bäumen gezüchtet worden. Infolge der mangelhaften Aufbereitung ist der von diesen Bäumen gewonnene Kautschuk größtenteils bedeutend weniger wert als der Plantagenkautschuk. Als Mengen des in Niederländisch-Indien auf den Pflanzungen der Eingeborenen hergestellten Kautschuks werden angegeben:

1919	13 000 t
1920	10 000 t
1921	6 000 t
1923	23 000 t

Über die Mengen der in Niederländisch-Indien von wildwachsenden Beständen geernteten Guttapercha, die größtenteils über Singapore verschifft wird, habe ich keine statistischen Angaben finden können. Auf der Regierungspflanzung Tjipetir (Java) waren aber 1906 967 ha mit Guttaperchabäumen bepflanzt, und es wurden von dort 47 t Guttapercha exportiert. Die von dieser Plantage zu erwartenden Erträge wurden folgendermaßen geschätzt:

1923	113 t
1924	130 t
1925	160 t
1926	180 t
1927	200 t

7. Britisch-Borneo. Der in Britisch-Borneo gewonnene Kautschuk gelangt ebenso wie die Guttapercha größtenteils über Singapore zum Export. Über die Mengen des produzierten Kautschuks habe ich nur wenige Angaben finden können. Danach wurden aus dem britischen Anteil von Borneo exportiert:

1885	53 t
1886	67 t
1897	350 t

und aus dem Schutzgebiet Sarawak:

1898	228 t
1899	332 t
1900	212 t
1901	154 t
1902	107 t

Die Größe des im Jahre 1923 in Britisch-Borneo mit Kautschukbäumen bepflanzten Areals wird auf etwa 20 000 ha geschätzt.

8. Formosa. Auf Formosa, das selbst keinen Kautschuk produziert, werden nach N. H. I. L. (1918, Nr. 174, 3) *Hevea*-Pflanzungen angelegt.

9. Philippinen. Für die Philippinen wird *Parameria philippensis* (Nr. 386) als Kautschukpflanze angegeben. Außerdem kommen dort nach Sherman neun verschiedene Arten von *Palaquium* vor, von denen Guttapercha zu gewinnen ist und zwei Kautschuk liefernde Apocynaceen Um welche Arten es sich dabei handelt, ist aus dem mir allein zugänglichen Referat (T. 1919, 292) nicht ersichtlich. Auch vermag ich nicht anzugeben, ob dort jemals nennenswerte Mengen von Kautschuk oder Guttapercha gewonnen wurden.

10. Neuguinea. Als Stammpflanzen des von Deutsch-Neuguinea in den Handel gelangten Kautschuks werden *Ficus hypophaea* (Nr. 42), *F. Supfiana* (Nr. 76), *Ichnocarpus xanthogalax* (Nr. 303) und *Parameria wariana* (Nr. 389) angegeben. In Britisch-Neuguinea soll von *Ficus rigo* (Nr. 70) Kautschuk gewonnen werden. Der Export an Kautschuk betrug:

Von Holländisch-Neuguinea:

1910	6 t
1911	11 t

Von Britisch-Neuguinea:

1896/1897	31 t
1897/1898	15 t
1898/1899	8 t
1899/1900	6 t
1900/1901	4 t
1901/1902	3 t

Von Deutsch-Neuguinea:

1908	6 t
1909	7 t
1910	6 t
1911	11 t
1912	21 t

Von dem von Deutsch-Neuguinea exportierten Kautschuk wurde ein großer Teil auf den dortigen Plantagen gewonnen. In den Jahren 1912—1914 bedeckten dort die Pflanzungen der verschiedenen Kautschukarten folgende in Hektar ausgedrückten Areale:

	1912	1913	1914
Hevea	445	463	511
Ficus	1649	1597	1523
Castilloa	252	266	217
Kickxia	6	12	3
Manihot	1		

Diese Zahlen zeigen, daß dort im letzten Jahre vor dem Krieg nur noch die *Hevea*-Pflanzungen ausgedehnt, die der anderen Arten aber zum Teil aufgegeben waren.

Aus Deutsch-Neuguinea fand ferner auch noch ein Export von Guttapercha statt, die größtenteils von *Palaquium Supfianum* (Nr. 208) und *P. sussu* (Nr. 209) stammte. Minderwertige Guttapercha liefern dort ferner *Palaquium inutile* (Nr. 196) und *P. montanum* (Nr. 199). Die Menge betrug:

1910	2 t
1911	8 t
1912	3 t

11. Samoa. Auf den Kautschukpflanzungen der deutschen Samoa-Inseln waren im Jahre 1913 folgende Arten vertreten:

Hevea	1087 ha
Castilloa	51 „
Ficus	20 „
Kickxia	5 „

Die Ausfuhr betrug:

1911	1 t
1912	12 t

12. Neukaledonien. Von Neukaledonien aus findet ein Export von Wildkautschuk statt. der von *Ficus Schlechteri* (Nr. 74) und *Alstonia Dürkheimiana* (Nr. 231) stammt. Exportiert wurden:

1900	24 t

C. Literatur.

a) Zeitschriften und Sammelwerke.

A. B. Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Leide.
A. Ch. Liebigs Annalen der Chemie. Leipzig.
A. L. The Agricultural Ledger. Calcutta.
A. M. C. Annales du Musée du Congo. Bruxelles
An. Analyst. London.
A. P. Annals of the Royal Botanic Gardens, Peradeniya. Colombo, London.
A. P. Ch. L'Agriculture pratique des pays chauds. Paris.
A. Ph. Archiv der Pharmazie. Berlin.
A. R. Archief voor de rubbercultuur in Nederlandsch-Indië. Buitenzorg.
A. T. Amtsblatt für das Schutzgebiet Togo.
B. C. Botanisches Centralblatt. Cassel, Jena.
B. C. B. Dass. Beiblätter.

B. C. G. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Berlin.
B. D. B. G. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Berlin.
B. G. The Botanical Gazette. Chicago.
B. H. I. Berichte über Handel und Industrie. Berlin.
B. I. I. Bulletin of the Imperial Institute. London.
B. Jr. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Leipzig.
B. Jt. Justs Botanischer Jahresbericht. Berlin.
B. M. P. Agricultural Bulletin of the Malay Peninsula.
B. Ph. Bulletin de pharmacie.
B. Ph. G. Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft. Berlin.
B. S. Departement van den Landbouw in Suriname. Bulletin. Paramaribo.
B. Str. Agricultural Bulletin of the Straits and Federated Malay States. Singapore.
B. Z. Botanische Zeitung. Leipzig.
C. C. Circular, Royal Botanic Gardens, Ceylon. Colombo.
Cg. Cultuurgids.
Ch. R. Chemische Revue über die Fett- und Harzindustrie. Hamburg.
C. R. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences. Paris.
C. Zg. Chemikerzeitung. Köthen.
C. Ztt. Chemisches Zentralblatt. Berlin.
D. P. J. Dinglers Polytechnisches Journal. Berlin.
E. St. R. Experiment Station Record. Washington.
F. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung. Marburg.
Gk. Gummikalender.
G. Z. Gummi-Zeitung. Berlin.
J. A. T. Journal d'Agriculture tropicale. Paris.
J. B. Journal de Botanique. Paris.
Jb. Ch. Jahrbücher der Chemie. Braunschweig.
J. C. S. Journal of the Chemical Society. London.
I. F. Indian Forester. Allahabad.
J. F. Ch. Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften. Braunschweig.
J. H. Jahrbuch der Hamburger wissenschaftlichen Anstalten. Hamburg.
J. N. St. Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik. Jena.
J. P. Journal für praktische Chemie. Leipzig.
J. S. A. Journal of the Union South Africa. Pretoria.
J. S. C. I. Journal of the society of chemical Industry. London.
J. T. Jahresbericht der chemischen Technologie.
K. B. Botanical gardens Kew. Bulletin of miscellaneous information. London.
K. Z. Kolloidzeitschrift. Dresden.
K. Z. B. Kolloidchemische Beihefte. (Ergänzungshefte zur Kolloidzeitschrift.) Dresden, Leipzig.
L. Jb. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin.
L. V. Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Berlin.
M. D. S. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Beihefte des Deutschen Kolonialblattes. Berlin.
M. M. Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde-West. Berlin.
N. B. Notizblatt des Königl. Botanischen Gartens und Museums zu Berlin, sowie der Botanischen Zentralstelle für die deutschen Kolonien. Leipzig.
N. H. I. L. Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft. Berlin.
N. P. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig.
P. Der Pflanzer. Ratgeber für tropische Landwirtschaft. Tanga, Daressalam.
Pr. Das Pflanzenreich. Herausgegeben von A. Engler. Leipzig.
P. A. Poggendorffs Annalen. Leipzig.
Q. A. J. Queensland Agricultural Journal.
Q. J. L. Quarterly Journal. Liverpool.
R. C. C. Revue des cultures coloniales.
R. I. Rubber Industry.
R. M. Revue de Madagascar.
R. R. I. Rubber - Recueil. International rubbercongress met tentoonshelling. Batavia 1914.
R. T. C. Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas et de la Belgique. Leide.
S. W. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien. Mathem. - naturw. Klasse.
T. Der Tropenpflanzer. Berlin.
T. A. The tropical Agriculturist. Colombo.
T. B. Beihefte zum Tropenpflanzer. Berlin.
Tey. Teysmannia. Batavia.
T. L. Tropical Life. London.
T. L. S. The Transactions of the Linnean Society of London. London.
To. Torreya. A monthly Journal of technical Notes and News. New York.
V. B. Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg. Batavia.
V. S. Departement van den landbouw in Suriname. Verslag. Paramaribo.
Z. A. Ch. Zeitschrift für angewandte Chemie. Leipzig.

b) Einzelwerke.

Almeida, L. F. d', I. De l'exploitation du caoutchouc au Brésil. Bruxelles 1900.
Baum, H., I. Kunene - Sambesi - Expedition. Berlin 1903.
Böhmer, I. Technische Geschichte der Pflanzen. 1794, Bd. II.
Burck, I. Rapport omtrent een onderzoek naar de getah-percha produceerende boomsorten in de Padangsche Bovenlanden. Batavia 1884.
Chapel, E., I. Le caoutchouc et la gutta-percha. Paris 1892.
Christy, C., I. The African rubber industry and Funtumia elastica (»Kickxia«). London 1911.
Clouth, I. Gummi, Guttapercha und Balata. Leipzig 1899.
Cook, O. F., I. The culture of the Central-American rubber tree (U. S. Dep. Agr. Bur. Plant Ind. 1903. Bull. 49).
Dinter, K., I. Deutsch-Südwestafrika. Flora, Forst- u. Landwirtschaftliche Fragmente. Leipzig 1909.
Ditmar, R., I. Der Kautschuk, eine kolloidchemische Monographie. Berlin 1912.

Ditmar, R., II. Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha, der Balata und ihrer Zusätze. Wien, Leipzig 1909.
Duchesne, E. A., I. Répertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du globe. Paris 1836.
Gamble, J. S., I. A manual of Indian timbers. II. Edit. London 1902.
Haberlandt, G., I. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884.
Hall, H. M. und Goodspeed, Th. H., I. A rubber plant survey of Western North America. (Univ. of California Publ. in Botany. 1919. Vol. 7, p. 159.)
Hall, H. M. und Long, L. L., I. Rubber content of North American plants. (Carnegie Institution of Washington Publ. Nr. 313, 1921.)
Harries, C. D., I. Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Kautschukarten. Berlin 1919.
Heil und Esch, I. Gummifabrikation. 1906.
Henri, V., I. Le caoutchouc et la guttapercha. 1906.
Henriques, R., I. Der Kautschuk und seine Quellen. Dresden 1899.
Heyne, K., I—IV. De nuttige planten van Nederlandsch-Indië. Del I—IV. Batavia 1913—1917.
Hinrichsen, F. W. und Memmler, K., I. Der Kautschuk und seine Prüfung. Leipzig 1910.
Jumelle, H., I. Les plantes à caoutchouc et à gutta. Paris 1903.
Lock, R. H., I. Rubber and rubber planting. Cambridge 1913.
Lloyd, F. E., I. Guayule (Parthenium argentatum Gray). Washington 1911. Carnegie Institution of Washington Publications Nr. 139.
Marckwald, E. und Frank, F., I. Chemie des Kautschuks.
Marzahn, R., I. Materialienkunde für den Kautschuktechniker, 2. Aufl. Berlin 1920.
Miquel, F. A. W., I—III. Flora van Nederlandsch-Indië. Del I—III. Amsterdam, Utrecht, Leipzig 1855.
Molisch, H., I. Studien über den Milchsaft und den Schleimsaft der Pflanzen. Jena 1901.
Moulay, A., I. Le Manisoba. Bibliothèque d'Agriculture coloniale. Paris 1906.
Müller, F. v., I. Select extra-tropical plants. 8. Edit. Melbourne 1891.
Obach, E. F. A., I. Cantor lectures on guttapercha. London.
Pittier, H., I. A preliminary treatment of the genus Castilla. (Contrib. from the U. St. Nation. Herbarium. Washington 1910. Vol. 13, p. 247.)
Preuß, P., I. Expedition nach Zentral- und Südamerika. Berlin 1901.
Reintgen, P., I. Die Kautschukpflanzen. Eine wirtschaftsgeographische Studie. (T. B. 1905, 6, 73.)
Romburgh, P. van, I. Les plantes à caoutchouc et à guttapercha. Batavia 1903.
— II. Caoutchouc en Getah-pertja in Nederlandsch-Indië (Mededeel. uit 's Lands Plantentuin. Batavia 1900).
Rossem, A. van, I. Untersuchungen des Niederländischen Staatl. Kautschukprüfungsamtes. (K. Z. B. 1919, Bd. 10, S. 1.)
Roxburgh, W., I—III. Flora indica. Vol. I—III. 1832. Calcutta-London.
Schidrowitz, P., I. Rubber. London 1911.
Schlechter, R., I. Westafrikanische Kautschukexpedition. Berlin 1900.
— II. Die Guttapercha- und Kautschuk-Expedition nach Kaiser-Wilhelms-Land. Berlin 1911.
Schüler, H., I. Brasilien, ein Land der Zukunft. Stuttgart und Leipzig 1912.
Schumann, K., I. Apocynaceae. (In Baum I.)
— II. Die Kautschukpflanzen Ostafrikas. (In Engler: Die Pflanzenwelt Deutsch-Ostafrikas und der Nachbargebiete. Teil B. 1895.)
Seeligmann, Torrilhon und Falconnet, I. India rubber and guttapercha. Transl. by Mc. Intosh. London 1903.
Semler, H., I. Die tropische Agrikultur. II. Aufl. Bd. II. Wismar 1900.
Spence, D., I. Lectures on India rubber. London 1909.
Stahl, E., I. Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.
Stapf, O., I. Apocynaceae. Flora of tropical Africa. Vol. IV, p. 24.
Tas, L., I. Vegetatieve vermenigvuldiging bij Hevea brasiliensis. Batavia 1921.
Trimen, H., I. A handbook of the flora of Ceylon. P. III. London 1895.
Tschirch, A., I. Harze und Harzbehälter. 2. Aufl. 1906. Bd. I.
Ule, E., I. Kautschukgewinnung und Kautschukhandel am Amazonenstrome. (T. B. 1905, 6, 1.)
Warburg, O., I. Die Kautschukpflanzen und ihre Kultur. Berlin 1900.
— II. Les plantes à caoutchouc et leur culture. Paris 1902.
Watt, G., I—IV. Dictionary of the economic products of India. Calcutta. Vol. I—IV. 1889, 1890.
Weber, O., I. The chemistry of India rubber. London 1906.
Wiesner, J., I. Jan Ingen- Housz. Wien 1905.
— II. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. I. Auflage. Leipzig 1873.
Wildeman, E. de, I. Les plantes tropicales de grande culture. Bruxelles 1902.
— II. Note sur quelques Apocynées laticifères de la flora du Congo. Bruxelles 1903.
Wildeman, E. de und Gentil, L., I. Lianes caoutchoutifères de l'Etat indépendant du Congo. Bruxelles 1904.
Wright, H., I. Hevea brasiliensis or Para Rubber. II. Edit. Colombo 1906.
Zimmermann, A., I. Der Manihot-Kautschuk. Jena 1913.

A. Zimmermann.
(Abgeschlossen Ende 1924.)

Kork.

(W. v. Brehmer u. E. Konstanty.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Allgemeiner Teil	1785
I. Entstehung des Korkes	1785
II. Chemie des Korkes	1788
III. Physik des Korkes	1792
IV. Technische Verwendung	1793
B. Besonderer Teil	1794
I. *Quercus suber* L.	1794
II. Korkersatzmittel	1797
C. Literatur	1798

A. Allgemeiner Teil.

Kork ist das äußere, sekundäre Abschlußgewebe einer Pflanze, welches die Epidermis ersetzt. Echter Kork fehlt den Kryptogamen und Pteridophyten und von höheren Pflanzen denen, die nur eine Vegetationsperiode überdauern. Bei den ersteren werden die Wände der äußeren Zellen mit einem braunen, dauerhaften Stoff imprägniert, oder es werden den Zellwänden Suberinlamellen angelagert [Basike (1)]. Die meisten Gewächse jedoch haben an Stämmen, Zweigen, Wurzeln, Knollen und Rhizomen ein Korkgewebe, welches den betreffenden Pflanzenteilen teils als Schutzorgan gegen Witterungsverhältnisse dient, teils auch infolge seiner besonderen Beschaffenheit die Pflanze vor zu starker Verdunstung bewahrt. So haben Wiesner und Pacher (2) an Roßkastanienzweigen nachgewiesen, daß mit der Dickenzunahme des Korkes die Transpiration erheblich herabgemindert wird, und daß selbst die dünnste Korkschicht der Wasserabgabe entgegenwirkt. Es verdunsten z. B. Kartoffelknollen nach der Schälung 64mal so viel Wasser wie Knollen, die mit der Schale denselben Bedingungen ausgesetzt werden (3). Kork ist ferner ein schlechter Wärmeleiter. Mithin unterliegen die von ihm eingeschlossenen Gewebe keinen allzu großen Temperaturschwankungen.

I. Entstehung des Korkes.

Der Kork wird durch ein besonderes Gewebe, das »Phellogen« oder »Korkkambium« gebildet. Dieses kann direkt aus den Epidermiszellen (*Philocladus, Salix, Laurus, Ilex, Rosa* usw.) oder aus der unter der Epidermis liegenden Zellschicht (*Abies, Callitris, Betula, Fagus, Platanus* usw.) oder auch aus Zellen entstehen, die in der Zone der primären Stränge liegen (*Pinus, Larix, Coffea, Berberis* usw.) [Moeller (4)]. Bei den Wurzeln der Dikotylen und Gymnospermen hat die Korkinitiale ihren Ursprung im Perizykel [Strasburger (5)].

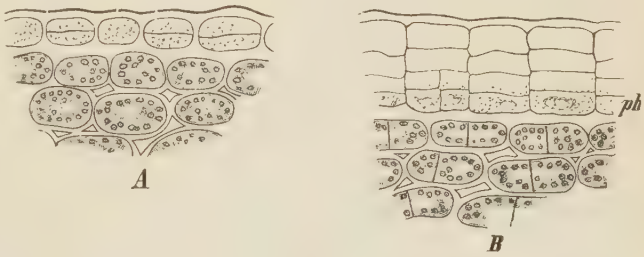


Abb. 1.
Stengel von *Scutellaria splendens*. Das Phellogen geht aus der Epidermis hervor. (Haberlandt.)

Die korkbildenden Zellen teilen sich tangential in zwei abgeflachte Tochterzellen [Sanio (6)], von denen die äußere eine nochmalige Teilung erfährt [Strasburger (7)]. Die mittleren Zellen behalten ihren meristematischen Charakter und gelten als »Korkmutterzellen« oder »Phellogen«, während die zu äußerst gelegenen Zellen verkorken. Die Korkmutterzellen sind abgeflacht, parenchymatisch und führen reichlich Plasma. Sobald sie den doppelten radialen Durchmesser erreicht haben, teilen sie sich erneut und bilden so den mehrschichtigen Kork. Das außerhalb des Korkes liegende Gewebe stirbt ab, weil der Kork jegliche Nahrungsaufnahme unterbindet, und wird letzten Endes abgestoßen.

Weit weniger als nach außen bildet das Phellogen auch nach innen Zellen [centripetale Teilungsfolge, Sanio (6)], die meist zu chlorophyllführenden parenchymatischen Rindenzellen werden oder, wie

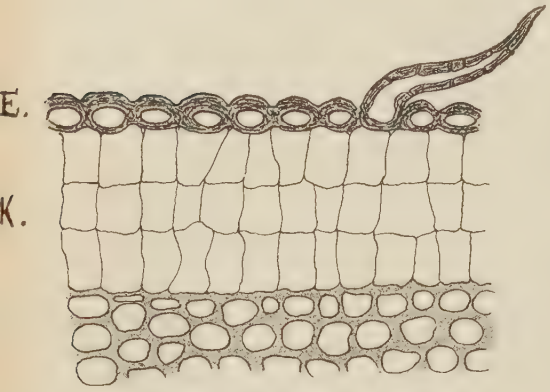


Abb. 2.
Abies pectinata. E: Epidermis mit Haar. *K:* Korkgewebe, direkt unter der Epidermis entstanden. (v. Brehmer.)

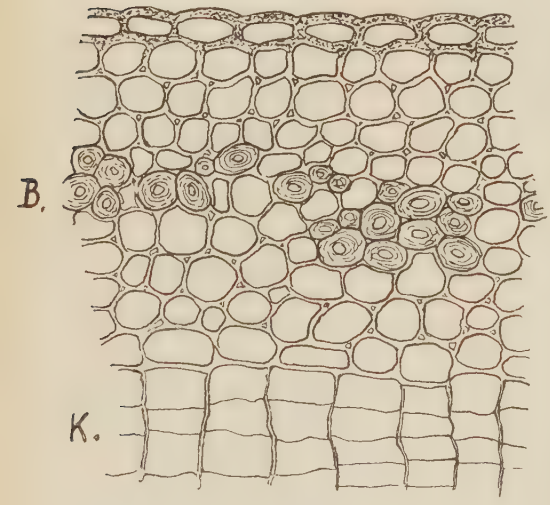


Abb. 3.
Taxodium distichum Rich. *B:* Bastring. *K:* Korkbildungsgewebe. Dieses liegt innerhalb des Bastringes im primären Stranggewebe. 450 : 1. (v. Brehmer.)

z. B. bei *Melanoselum decipiens* Kollenchym bilden [Haberlandt (8)]. Das Phellogen einschließlich sämtlicher von ihm erzeugten Gewebe ist das »Peridermgewebe« [Mohl (9)].

Das Wachstum der Korkzellen geht in radialer Richtung vor sich, oft nur in ganz geringem Maßstabe, so daß sich meist die einzelnen Korkzellen der Form nach nur wenig von ihrer Mutterzelle unterscheiden (s. Abb. 4). Beim Kork von *Quercus suber, Ulmus suberosa* [Haberlandt (8)] und andern bilden sich infolge stärkeren Wachstums fast quadratische Zellen (s. Abb. 6). Geht die Teilungsfolge der Korkmutterzellen sehr rasch vor sich und

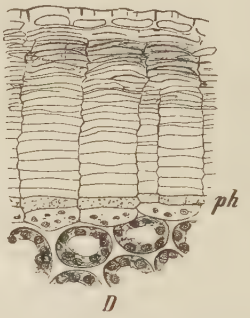


Abb. 4.
Korkgewebe von *Prunus padus.* (Haberlandt.)

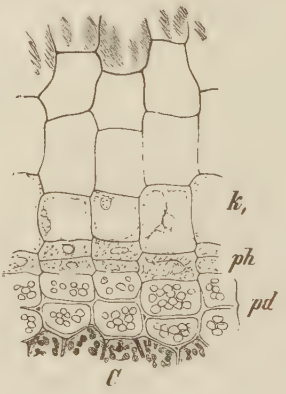


Abb. 5.
Ulmus suberosa. Der Kork besteht hier aus quadratischen Zellen. (Haberlandt.)

verkorken die verhältnismäßig jungen Zellen, ehe noch ein radiales Wachstum einsetzt, so entsteht der »Tafel- oder Plattenkork«, wie z. B. bei Betulaceen, *Fagus*, Tiliaceen u. a. [Moeller (4)].

Die Korkzellen können dauernd von einem und demselben Phellogen gebildet werden (*Corylus, Fagus*); in zahlreichen Fällen wird aber nach einer bestimmten Zeit in einem gewissen Abstand von dem ersten Korkkambium in der Rinde ein neues Phellogen gebildet, welches die Korkbildung übernimmt. Das außerhalb dieses neu entstandenen Phellogens liegende Rindengewebe nebst dem primären

Korkkambium stirbt infolgedessen ab und wird zur »Borke«.

Bei *Dracaena rubra* und einigen anderen Monokotylen ist die Korkbildung die gleiche wie bei den Dikotylen [La Floresta (10)]. Den meisten Monokotylen fehlt jedoch die Initiale. Bei letzteren entsteht der Kork dadurch, daß sich Dauerzellen in eine Reihe von Tochterzellen teilen und dann verkorken. Der Korkmantel wird bei Größenzunahme des Pflanzenteils durch wiederholte Teilung von Zellen tieferliegenden Gewebes erneuert. Über die Abschlußgewebe der Monokotylen s. Philipp (95).

Sobald die Korkzellen eine bestimmte Größe erreicht haben, geht die Verdickung der Zellwände vor sich, ein Vorgang, der verschieden ausfallen kann. Im allgemeinen wird der ursprünglichen Zellmembran, der späteren Mittellamelle, eine Suberinlamelle aufgelagert [v. Hoehnel (11), De Bary (12)], an die sich dann eine Zelluloseschicht anschließt [Haberlandt (8)], welche verholzt. Die Zelluloseschicht kann nach Haberlandt (13) oft fehlen. Es sei kurz erwähnt, daß in der Zelluloseschicht Poren vorkommen, die bei ausgebildeten Korkzellen keine Bedeutung mehr haben dürften; jedoch scheinen die Poren bei der Ausbildung der Korkzellen insofern wichtig zu sein, als durch sie die Stoffe geleitet werden können, durch welche die Bildung der Suberinlamelle veranlaßt wird.

Verdicken sich die Membranen der Korkzellen besonders stark, dann entsteht Steinkork. Auch nur einseitige Wandverdickungen sind vielfach zu beobachten. Bei *Cornus, Rhus, Liriodendron* u. a. wechseln Steinkorkschichten mit dünnwandigen Korkschichten (s. Abb. 8), bei vielen Pflanzen Kork mit unverkorktem, dünnwandigem Gewebe ab (»Phelloidgewebe«).

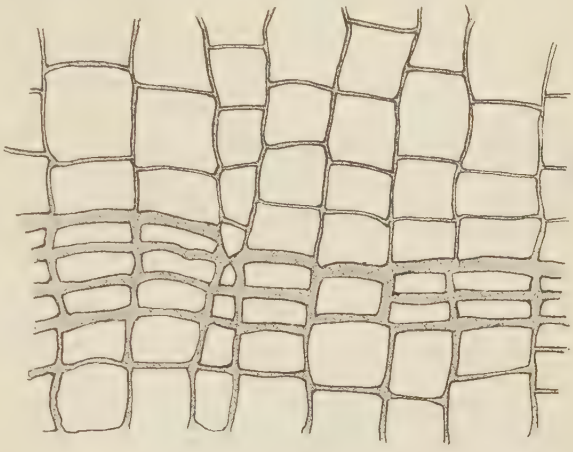


Abb. 6.
Kork von *Quercus suber*. Querschnitt an der Grenze eines Jahresringes. (Konstanty.) 220 : 1.

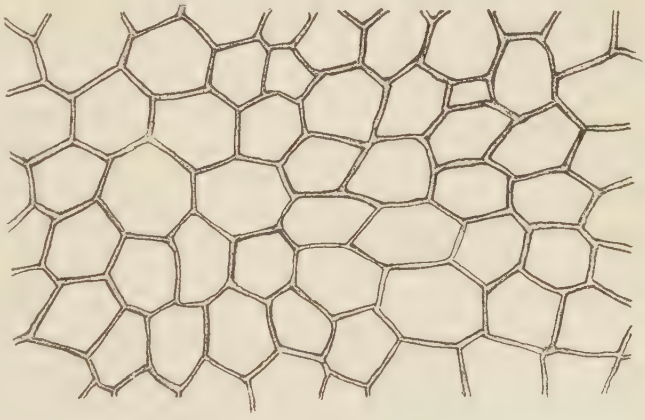


Abb. 7.
Kork von *Quercus suber*. Tangentialschnitt. Man erkennt die sechseckige Struktur des Korks. (*Konstanty.*) 220 : 1.

In allen Fällen bilden die Korkzellen, die nach völliger Ausbildung absterben, ein lückenloses, fest aneinander schließendes Gewebe. Der Inhalt der Korkzellen kann verschieden sein. Meist ist das Zelllumen mit Luft gefüllt. Daneben kommen Einlagerungen von Gerbstoff, harzartigen Stoffen, Kalziumoxalat [*Millingtonia*, Haberlandt (8), *Quercus suber*, Raphi-

den bei *Testidunaria elephantipes*, Haberlandt (8)] und anderen Körpern vor. Der Birkenkork enthält eine zurzeit zu den Bitterstoffen gerechnete Einlagerung von Betulin, welche ihm die bekannte weiße Farbe verleiht. Erwähnt seien noch die Phlobaphene, braune bis braunrote Farbstoffe, welche höchstwahrscheinlich

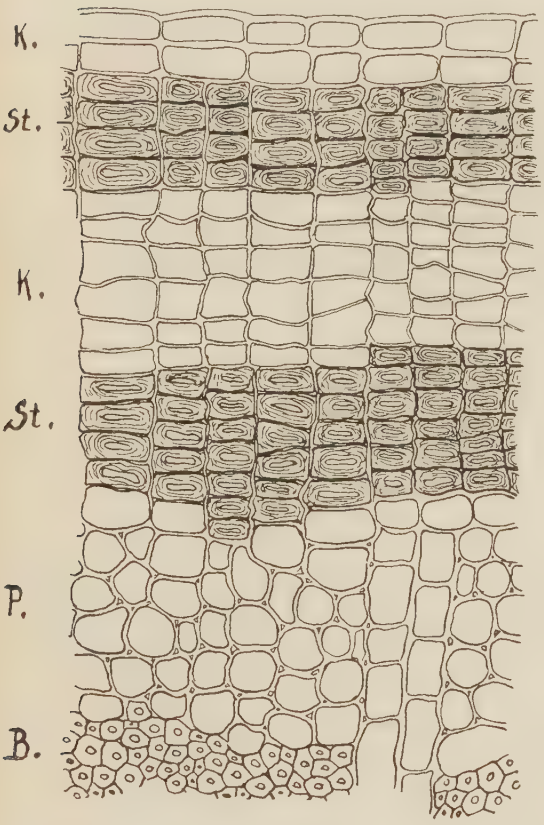


Abb. 8.
Liriodendron tulipifera. Steinkork geschichtet. *K:* Kork. *St.:* Steinkork. *P:* Parenchymgewebe. *B:* Bastring. (v. Brehmer.)

Spaltungsprodukte von Gerbstoffen und deren Derivaten sind [Molisch (14)], sowie die Harzlücken, welche nach Möller (4) durch Desorganisation der Korkzellen entstehen.

Da Kork nicht nur für Feuchtigkeit, sondern auch für Luft und Gase undurchlässig ist, werden, um dem inneren Rindengewebe eine gute Durchlüftung zu verschaffen, entweder Poren oder Lentizellen angelegt. Beim Porenkork sind im Korkgewebe kleinere verkorkte Zellen eingeschaltet, zwischen denen sich Interzellularen befinden (*Clematis, Vitis, Lonicera*). Die meisten anderen Pflanzen bilden Lentizellen aus [Haberlandt (15)], die schon makroskopisch als warzenartige, hellere Erhebungen an vielen Rinden erkennbar sind. Die Bildung der Lentizellen geschieht bei Pflanzen, bei denen das Phellogen durch Teilung der Epidermiszellen oder der direkt unter der Epidermis liegenden Zellen entsteht, dort, wo sich Spaltöffnungen in der Epidermis befinden. Liegt das Korkbildungsgewebe jedoch tiefer im Rindengewebe, dann findet die Anlage der Lentizellen ohne Rücksicht auf die vorhandenen Spaltöffnungen verstreut im Gewebe statt. Das Korkkambium führt an diesen Stellen zahlreiche Interzellularen. Die Korkzellen runden sich ab und bilden das Füllgewebe der Lentizellen. Erst nachdem durch den Druck des Füllgewebes die Epidermis gesprengt ist, setzt die Korkkambiumtätigkeit an den anderen Stellen der Rinde ein.

Die Füllzellen können so locker aneinander liegen, daß das ganze Füllgewebe pulverartig erscheint (3). Um einen gewissen Zusammenhang zu schaffen, wird schichtenweise lockeres und dichteres Füllgewebe mit weniger Interzellularen gebildet. Die zuerst entstandenen Schichten zerreißen durch den Druck der neuentstehenden, nachdrängenden Gewebe.

Für den Winter werden besonders widerstandsfähige Füllzellschichten gebildet. Über die Natur und Entwicklung des Korkes siehe auch Dutrochet (100), Schacht (101).

II. Chemie des Korkes

unter besonderer Berücksichtigung von *Quercus suber* L.

Mit der Chemie des Korkes haben sich schon eine große Anzahl von Forschern befaßt, ohne die Frage endgültig zu lösen. Immerhin ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß Fettsäuren und Glyzerinester der Fettsäuren an der Verkorkung beteiligt sind. Auch aromatische Verbindungen und deren Oxydationsprodukte, ferner Gerbsäuren und deren Spaltungsprodukte, die Phlobaphene, hat man in den verschiedensten Korkarten nachweisen können [Czapek (32)]. Ob auch Kohlehydrate an der Korkbildung beteiligt sind, ist mit Sicherheit noch nicht erwiesen.

Brugnatelli (33) war der erste, der sich mit der Chemie des Korkes befaßte und durch Erhitzen von Kork mit rauchender Salpetersäure Korksäure darstellte. Bouillon la Grange (34) führte später den Beweis, daß die Korksäure nicht als solche ein Bestandteil des Korkes war, sondern erst durch die oxydierende Wirkung der Salpetersäure gebildet wurde. Korksäure entsteht auch, wenn man das von Boussignault (38) entdeckte »Suberin« in Alkali löst, wieder mit Säuren ausfällt und den Niederschlag in Salpetersäure kocht. Fourcroy (35) verglich den Kork von *Quercus suber* mit dem anderer Baumrinden. Chevreul (36) isolierte das »Cerin«, dem Boussignault die Formel $C_{32}H_{20}O$ gab. Diese Konstitutionsformel ist nach Untersuchungen von Döpping (37) in $C_{25}H_{20}O_3$ berichtigt worden. Zur Darstellung des Cerins behandelte man Kork mit kochendem Wasser; während Gerbstoffe, stickstoffhaltige Verbindungen, Farbstoffe und anorganische Salze in Lösung gingen blieb ein Rückstand, der mit Alkohol extrahiert, eine Lösung gab, aus der das Cerin auskristallisierte (36).

Während Döpping (37) die Anwesenheit von Zellulose im Kork annahm, behauptete Mulder (39), daß der Kork ein der Kutikularsubstanz ähnlicher Stoff sei. Es hat sich mit der Frage, ob im Korkgewebe Zellulose vertreten ist, eine ganze Reihe von Forschern beschäftigt. So extrahierte Payen (40) Kork mit Salzsäure, Essigsäure, Kalilauge und Wasser. Er erhielt einen Rückstand, der wie Zellulose in Kupferoxydammoniak löslich war. Bestätigt wurde diese Tatsache durch die Untersuchungen von Wiesner (41), Haberlandt (42) und Kügler (43). Durch Einwirkung von Chromsäure oder Behandlung mit Schulzes Gemisch und darauffolgendem Kochen mit Kalilauge wird ein Körper, der sich durch Jodschwefelsäure leicht bläut, erhalten. Während Gilson (44) Zellulose, Hemizellulosen und Pentosane auf gewisse Membranteile beschränkt wissen wollte, konnte Flückiger (45) im Kork von *Quercus suber* und *Ulmus suberosa* keine Zellulose feststellen. Van Wisselingh (46) konnte nachweisen, daß die nach der Behandlung mit dem Mazerationsgemisch und Alkali zurückbleibende Masse schon mit reiner Jodjodkaliumlösung eine Blaufärbung zeigte, der Rückstand also keine positive Zellulosereaktion aufwies. Neuere Arbeiten haben jedoch bewiesen, daß Zellulose im Kork vorhanden ist. So haben P. Karrer, J. Peyer und Zorka Zega (47) nach dem Entfernen der Korkalkohole und Auslösen der Fette mit Kalilauge auf den Rückstand (8%) Äthylbromid (nach Karrer und Widmer) einwirken lassen, wodurch Äthylbromcellobiose gebildet wurde. Ob nun die Zellulose mit Fettsäuren verestert im Kork vorhanden ist, wie Heß u. Meßmer (48), ferner Grim u. Wittka (49) annehmen, sei dahingestellt.

Kocht man Kork mit Kalilauge und behandelt dann mit Jodschwefelsäure, so färbt sich nach Mohl (50) der Kork blau. Hofmeister (51) wies auf die Anwesenheit von Stickstoff im Korkgewebe hin und Mitscherlich (52) auf die nur geringe Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf Kork. Eine Aufstellung über die Zusammensetzung des Korkes gaben Frémy u. Urbain (54), die als Bestandteile 43% »Cutose«, 29% »Vasculose«, 12% Zellulose u. Parazellulose und 15% alkalien- und säurelöslicher Stoffe angaben. Nach Czapek (32) soll die »Cutose« dem Suberin anderer Forscher entsprechen. Gilson (44) sagt, daß Suberin der Teil des Korkes sei, der weder in neutralen Flüssigkeiten noch in konzentrierter Schwefelsäure und Kupferoxydammoniak löslich sei, dagegen aber leicht von alkoholischer Kalilauge aufgenommen werde. Nach Gilsons Ansicht ist Suberin eine Mischung von Estern, vielleicht auch von Polymerisationsprodukten und Verbindungen der verschiedensten Säuren. Diesem Forscher gelang es auch, aus dem Kork durch Herstellung von Fettsäure-Magnesiumsalzen die amorphe Suberinsäure und die kristallinische Phloionsäure zu isolieren. Die Suberinsäure $C_{17}H_{30}O_3$, die nicht mit der Korksäure zu verwechseln ist, bildet ungefähr 40 % des Flaschenkorkes. Sie ist flüssig bis zähflüssig und geht beim Erhitzen auf 160—170°, wahrscheinlich unter Polymerisation, in eine feste, elastische und durchsichtige Masse über. In Wasser

unlöslich, wird die Suberinsäure leicht von Chloroform, Äther und Alkohol aufgenommen. Von Salzen seien das suberinsaure Kalium und Barium besonders hervorgehoben. Über Suberin und Cutin siehe auch Pristley (96) u. Brandes (99).

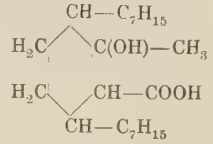
Die Phloionsäure $C_{11}H_{21}O_4$, die nicht in allen Korkarten vorkommt, — sie konnte im Kork von *Ulmus suberosa* nicht aufgefunden werden, — bildet feine Kristallnädelchen, die bei 120—121° schmelzen. Sie ist in kaltem Wasser und Alkohol löslich, sehr wenig löslich in Chloroform und Äther.

Die von Chevreul (36) begonnenen Untersuchungen über das Cerin setzte Siewert (53) und später Kügler (43) fort. Aus dem Cerin oder dem Phellylalkohol konnte letzterer eine amorphe, gelbe Substanz isolieren, die er Dekakrylsäure nannte und der er die Formel $C_{10}H_{18}O_2$ gab. Die Dekakrylsäure schmilzt bei 86° und ist alkohollöslich. Auch hat Siewert (53) eine Verbindung $C_{12}H_{10}O_3$, das Eulysin, und $C_{12}H_{10}O_6$, die Korticinsäure, aus dem Cerin auffinden können.

Das Cerin selbst bildet weiße, seidenglänzende Kristalle, deren Schmelzpunkt bei 234—234,5° liegt. Letztere sind in Benzol leicht löslich, schwer löslich in Chloroform, Alkohol, Äther und Essigäther. Nach Thoms (55) handelt es sich bei Cerin um einen phytosterinartigen Körper von der Zusammensetzung $C_{30}H_{50}O_2$ oder $C_{32}H_{54}O_2$. Istrati und Ostrogovich (56) haben durch fraktionierte Kristallisation aus dem Cerin noch das Friedelin abscheiden können und dann für das so gereinigte Cerin die Formel $C_{27}H_{44}O_2$ gefunden. Das Friedelin $C_{43}H_{70}O_2$ kristallisiert in langen, flachen, glänzenden Nadeln. Es ist leicht löslich in heißem Alkohol und Chloroform, schwerer löslich in kaltem Alkohol.

Wird Cerin mit Salpetersäure oxydiert, so erhält man nach Döpping (37) die Cerinsäure, eine wachsartige Masse von gelbbrauner Farbe. Diese Säure ist in kaltem und heißem Wasser unlöslich, wird aber leicht von Alkalien und Alkohol aufgenommen.

Durch Kochen des durch Chloroform vom Cerin befreiten Korkes mit alkoholischer Kalilauge wurde von Kügler (43) aus dem Rückstand ein Filtrat erhalten, aus dem sich beim Erkalten ein Niederschlag ausschied, der aus Stearinsäure und Phellonsäure bestand. Über letztere Säure hat M. v. Schmidt (57) Arbeiten veröffentlicht, nach denen die Säure eine einbasische, gesättigte Oxysäure folgender Struktur ist.



Die Phellonsäure bildet kleine, bei 96° schmelzende Nädelchen, welche leicht in Benzol, Alkohol und Eisessig, schwerer in Essigäther und Äther löslich sind. Konz. Salpetersäure oxydiert sie zu Korksäure. Durch Einwirkung von verdünnter Salpetersäure, die mit etwas Essigsäure versetzt ist, bildet sich Isophellogensäure, während durch Kalischmelze die zweibasische Phellogensäure $C_{21}H_{40}O_4$ entsteht. Es ist auch ein Phellonsäureanhydrid bekannt, $C_{44}H_{82}O_5$, das durch längeres Erhitzen auf 180° aus der Phellonsäure gebildet wird. Nach G. Tommasi (58) soll die Phellonsäure nichts anderes als eine Oxybehensäure sein.

Bei der Aufspaltung des Korkes entsteht auch Glyzerin. Ob das Glyzerin in demselben Mengenverhältnis vorhanden ist, wie die Fettsäuren, steht noch nicht fest. Man nimmt an, daß alle Säuren als Glyzerinester vorhanden sind. Schmidt (57) fand in alten Korkstücken die Fettsäuren als Anhydride neben wenigen Glyzerinestern.

Erwähnt seien ferner die Gallussäure und die Phellemsäure, welch letztere von Drabble und Nierenstein und Webster (59) synthetisch durch Einwirkung von Formaldehyd auf Gerbsäure oder Oxybenzoesäure bei Gegenwart von Phenol, Phosphorsäure, Essigsäure und Salzsäure dargestellt wurde. Beide Forscher nehmen an, daß im Pflanzenorganismus durch Formaldehyd, Gerbsäure und Oxybenzoesäure Kork gebildet wird.

Synthetischen Kork hat man auch herzustellen versucht durch Erhitzen von Phellonsäure, Stearinsäure und Phloionsäure mit fein verteilter Zellulose auf 140 bis 150°. — Gegen diese Darstellung spricht sich Zeisel (102) aus.

Zemplen (94) extrahierte aus Kork d-Glukose. Weiter konnten Koniferin und Vanillin als Bestandteile des Korkes festgestellt werden (60).

Auch das Hadromal, ein Bestandteil des Holzes, ist aus Kork isoliert worden, vielleicht liegt es als Kohlehydratester vor. Bei der trockenen Destillation erhält man neben gasförmigen Produkten einen dem Steinkohlendestillat ähnlichen Teer, der Benzin, Ammoniak, Naphthalin, Phenole, Anthrazen und andere Stoffe enthält. — Die Asche des Korkes ist reich an Mangan (0,5 %) und Kieselsäure-Verbindungen (3—7 %).

Nach neueren Angaben [Klauber (19)] hat Kork folgende chemische Zusammensetzung:

Suberin	58 %
Zellulose	22 %
Lignin	12 %
Wasser	5 %
Cerin	2 %
Vanillin, Phellonsäure, Gerbsäure, Dekakrylsäure usw.	1 %

Chemische und mikrochemische Reaktionen. Beim Erhitzen von Kork mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure werden aus den verkorkten Lamellen Kügelchen gebildet, die bei 30—40° schmelzen und in kochendem Äther, Benzol, Alkohol, Chloroform und verdünnter Kalilauge löslich sind (Cerinsäure-Reaktion).

Chromsäure und Schwefelsäure greifen in der Kälte verkorkte Membranen nur wenig oder gar nicht an.

Behandelt man nach Correns (63) und Zimmermann (63a) Kork mit konzentrierter Kalilauge unter Erwärmen, so bilden sich nach dem Erkalten aus den Korksubstanzen Klümpchen von Kaliseifen der Korkfettsäuren, während die aus Zellulose bestehende Mittellamelle erhalten bleibt. Nach dem Auswaschen, Zusetzen von Alkohol und vorsichtigem Erwärmen lösen sich die Seifenklümpchen [Meyer (61)].

Frisch bereitete Chlorophyllösung färbt Korklamellen nach längerem Einwirken im Dunkeln stark grün, Zellulose- und Holzmembranen bleiben unberührt. Ebenso wirken andere Fettfarbstoffe, wie Alkanalösung, Sudan III, besonders als Sudan-Glyzerinlösung [nach Kroemer (64)], ferner Scharlachrot, Buttergelb, Meyers Gelb (Dimethylparaphenylendiamin + α-Naphthol in 1%iger Sodalösung), Orlean und Fettblau. Vgl. auch die Zusammenstellung von Richter (71).

Jodjodkalium verursacht eine Braunfärbung.

Chlorzinkjod färbt Kork gelblich, nach vorhergehender längerer Einwirkung von Kalilauge violett.

Nach Tison (65) läßt sich Kork durch ammoniakalische Farblösungen von Säuregrün (Mangin), Gentianaviolett, Methylgrün, Pariserviolett, Dahlia sehr gut färben. Diese Lösungen stellt man her, indem man den alkoholischen Lösungen bis zum Verschwinden der Farbe in kleinen Mengen Ammoniak hinzufügt. Die mit Eau de Javelle gewaschenen Schnitte werden in die Lösungen gebracht, und dann wieder mit schwach angesäuertem Wasser (5—10 % Salz-, Schwefel- oder Salpetersäure) ausgewaschen, um die mitgefärbten Holzelemente wieder zu entfärben, während Kork je nach dem angewandten Farbstoff eine violette bis grüne Farbe behält.

Dimethylamidoazobenzol verleiht Kork in wenig essigsaurer oder salzsaurer Lösung eine Gelbfärbung, Holz färbt sich rot [nach Plaut (66)]. »Réactiv genevois« Chrysoidin und Kongorot färben Kork und verkorkte Gewebe braungelb, Holzmembranen strohgelb [nach Chodat (67) u. Bernhard (68)].

Doppelfärbungen lassen sich erzielen mit Säuregrün- und Kongorotlösung, indem man zur ersten Lösung einige Tropfen der zweiten hinzugibt, hierdurch werden, nach Abspülen der Schnitte mit Wasser, Holz und Kork grün, Parenchym orangerot gefärbt.

Durch eine blau- bis rotviolette Farbenmischung von hauptsächlich Prodigiosin und sehr wenig Malachitgrün [nach Rosenberg (69)] und darauffolgendem Auswaschen mit Alkohol und Wasser erhält Kork eine karminrote, Holz eine grüne Färbung. An Stelle des Malachitgrüns kann auch Anilinsalz verwendet werden, wodurch Holzgewebe eine Gelbfärbung erfährt [s. Strasburger (7)].

Lagerheim (70) gibt eine alkoholische (60 %) Sudan-III-Lösung, der

etwas Brillantblau oder Anilinsalz hinzugefügt ist, als Doppelfärbung für Kork an. Nach dem Auswaschen mit schwach salzsäurehaltigem Wasser wird eine Rotfärbung des Korkgewebes und eine Blau- bzw. Gelbfärbung des verholzten Gewebes erzielt.

III. Physik des Korkes unter besonderer Berücksichtigung von *Quercus suber* L.

Über die geringe Durchlässigkeit des Korkes für Wasser, eine bereits früher erwähnte Eigenschaft, hat Haberlandt (15) Versuche angestellt, aus denen eine Herabminderung der Transpiration durch Korkgewebe hervorgeht. Es wurden die Schnittflächen, Lentizellen und Poren der Zweige verklebt und diese Zweigstücke fünf Tage unter bestimmten Bedingungen aufbewahrt. Es ergab sich, daß die Zweigstücke z. B. von *Sambucus nigra* 7,66%, von *Triaenodendron* 3,58% und von *Morus alba* nur 9,26 % Wasser abgegeben hatten, während Zweigstücke nach Entfernung des Korkes weit erheblichere Wasserverluste aufwiesen. Diese Ergebnisse sind durch Versuche anderer Forscher, wie z. B. Wiesner und Pacher (2) bestätigt worden. Auch für Alkohol und Äther ist Kork undurchlässig, für Mineralsäuren jedoch in bestimmten Dickenverhältnissen mehr oder weniger durchlässig, eine Eigenschaft, die wohl auf chemische Veränderungen des Korkes zurückzuführen ist. Natronlauge und Kalilauge wirken zersetzend auf Korkgewebe ein, letzteres wird schwammig und färbt sich dunkler. Wiesner und Molisch (72) bewiesen, daß Korkgewebe auch für Luft undurchlässig ist. Zu diesem Zwecke wurde die eine Öffnung eines T-förmigen Rohres mit einem 0,05—0,07 mm dünnen Korkhäutchen von *Quercus suber* überspannt, und durch Herauspumpen der Luft in dem Rohr ein Druck von nur $^1/_3$ Atmosphäre erzeugt. Noch nach mehrwöchentlichen Beobachtungen war eine Zunahme des Druckes im Rohr nicht nachweisbar. Etwas dickere Korkblättchen widersetzen sich sogar einem Druck von einer Atmosphäre. Ähnlich verhält sich Kork auch anderen indifferenten Gasen gegenüber. Die Halogene wirken zerstörend. Das Verhalten des Korkes gegenüber den Gasen wird von Kammerling (73), Lietzmann (74) und Steinbrink (75) angezweifelt.

Kork zeichnet sich durch eine besondere Dehnbarkeit und Elastizität aus, die allerdings bei den einzelnen Gewächsen in verschiedenen Grenzen liegt. Kork von *Prunus padus* kann bis zu 10—12 % seines ursprünglichen Umfanges gedehnt werden, Flaschenkorke sogar bis zu 25 % [nach Schwenderer (76)]. Die Elastizität bleibt noch bei einer Dehnung über 7 % der Ursprungsform erhalten. Haberlandt (8) führt diese Elastizität auf den histologischen Bau des Korkes zurück, er sagt folgendes: »Die in radialen Reihen angeordneten Korkzellen alternieren unregelmäßig mit ihren seitlichen Nachbarinnen, und so werden bei tangentialer Dehnung die Radialwände der Zellen zickzackförmig verbogen. Die hierdurch bewirkte Verlängerung fällt deshalb so beträchtlich aus, weil eben die radiale Streckung der Korkzellen eine bedeutende ist. Wenn man die Dehnung der Lamellen unter dem Mikroskop vornimmt, so kann man sich von der Richtigkeit des Gesagten durch den Augenschein überzeugen.« Frost und Kälte vermindern die Elastizität des Korkes erheblich, während Feuchtigkeit und Wärme sie begünstigen.

Äußerem Drucke vermag der Kork eine hohe Widerstandskraft entgegenzusetzen. Die von Anderson (77) ausgeführten Versuche zeigten, daß Kork bei einem Drucke von 17,5 Atmosphären 50 % seines Volumens einbüßte, bei 70 Atmosphären nur 66 % und daß diese Grenze bei noch höherem Atmosphärendruck nicht überschritten wurde. Gleichzeitig ließ sich feststellen, daß die Elastizität auch bei beträchtlichem Druck gar nicht oder nur sehr wenig beeinträchtigt wurde.

Kork ist ein schlechter Wärmeleiter. Er vermag die inneren Gewebe einer Pflanze vor zu großen Temperaturschwankungen und zu raschen Temperaturänderungen zu schützen. Wegen dieser Eigenschaft ist seine Verwendung in der Technik als Wärmeisolator bevorzugt.

Schall und Elektrizität werden durch Kork nicht geleitet. Während die Leitung der Elektrizität durch die Substanz als solche beeinflußt wird, hat an der Nichtfortpflanzung der Wärme und des Schalles die in den Korkzellen befindliche Luft

Anteil als sogenannte »ruhende Luftschicht«. Die Leitfähigkeit ist der Menge der Luft in den Korkzellen direkt proportional.

Das spezifische Gewicht des Korkes beträgt 0,24—0,25, von reinem Kork 0,12—0,195 [nach Bollmann]. Bewahrt man Kork in Wasser auf, so erhöht sich sein spezifisches Gewicht derart, daß nach 48 Stunden das Maximum erreicht wird, um von da an wieder abzunehmen [nach Klauber (19)]. Siehe auch Freund (104).

Kork brennt unter starker Rußentwicklung mit helleuchtender, gelbvioletter Flamme und entwickelt beim Verbrennen einen ganz charakteristischen Geruch. Der Rückstand ist die »Korkkohle« oder das »Korkschwarz«, eine schwarze, bröcklige, stark abfärbende Masse.

IV. Technische Verwendung des Korkes unter besonderer Berücksichtigung von *Quercus suber* L.

Seinen chemischen, aber hauptsächlich seinen physikalischen Eigenschaften verdankt der Flaschenkork die vielseitige Verwendung in der Technik. Es gibt wohl kaum einen Stoff, der ihn gleichwertig ersetzen könnte. Schon im Altertum verwendete man den Kork vielfach. In Theophrasts »Naturgeschichte der Gewächse« (390—305 v. Chr.) findet man einen Hinweis auf die Nutzbarmachung der Korkeiche. Der Bericht erwähnt allerdings nichts vom eigentlichen Kork. Dagegen berichten Terentius Varro (116—27 v. Chr.) von der Verwendung des Korkes als Wärmeisolator bei Bienenstöcken, Pausanias, Gajus Plinius (63 v. Chr.) und andere erzählen von seiner Brauchbarkeit für Schwimmgürtel, in der Fischerei (zum Kenntlichmachen der Fischnetze) und als Verschluß besonderer Gefäße. Die Korkplatten verwandte man im Altertum vielfach zum Dachdecken, eine Sitte, die heute noch in Algerien herrscht. Ferner verfertigte man bereits zu Zeiten von Plinius aus Kork Schuhe. Spätere Berichte aus dem 15. Jahrhundert sprechen ebenfalls über Herstellung von Korkschuhen in Bremen und Danzig. Zur Blütezeit der Hansa wurde ein reger Handel mit Kork betrieben, man stellte aus ihm auch Schmuckgegenstände und anderen Zierat her. Die eigentliche Korkindustrie sezt erst mit der Erfindung der Glasflasche und dem Aufstieg der Glasindustrie ein. Die Korkindustrie hat ihren Ursprung in Spanien, dehnte sich zunächst auf die korkerzeugenden Landstriche aus und später erst auch auf die Korkkonsumländer.

Es führen aus [nach Stössel (78)] an:

	Rohkork	Fertigpräp., Rohkork und Abfällen
Portugal	458 386 dz	758 535 dz
Algerien	367 750 dz	367 750 dz
Frankr. u. Korsika	89 550 dz	121 310 dz
Tunis	45 891 dz	ungefähr das gleiche
Spanien	39 360 dz	540 000 dz
Italien	36 981 dz	52 506 dz

Diese Zahlen beziehen sich auf die Vorkriegszeit. Die Zusammenstellung zeigt, daß der in Spanien geerntete Kork an Ort und Stelle verarbeitet und als Fertigware gehandelt wird. Auch Portugal hat eine reiche Korkindustrie.

Die Hauptmenge des geernteten Korkes wird zu Stöpseln verarbeitet. Diese können, wie in Spanien, Südfrankreich und Portugal, durch Handschnitt oder maschinell hergestellt werden. Das Maschinenverfahren hat den Nachteil größeren (50—60 %) Korkabfalls. Champagner- und Weinkorke werden auch heute noch mit der Hand geschnitten. Man verwendet hierzu nur beste Qualität, die beim Einpressen in die Flaschenmündung keine Haarrisse bekommt, durch welche die Kohlensäure entweichen könnte. Die Elastizität dieses Korkes muß so groß sein, daß selbst nach längerem Zusammendrücken und Pressen das ursprüngliche Volumen durch einmaliges Aufkochen mit Wasser wieder hergestellt wird. Alle diese Vorzüge zeigt der katalonische Kork. Nach der Fertigstellung der Stopfen werden diese [nach Ahrens (81)] teils mit Cochenillefarbstoff, Farbstoffen oder Anilinfarben gefärbt, teils mit Oxalsäure, Chlorkalk [nach Sacher (79)], Eau de Javelle, schwefliger Säure, Wasserstoffsuperoxyd und anderen Mitteln gebleicht. Die sortierten Korke werden zu 25—30 000 Stück in Säcke verpackt und als »ganze Ballen« gehandelt.

Korke können zur besonderen Verwendung bestimmten technischen Verfahren unterworfen werden. Zu diesen gehört das Paraffinieren, Imprägnieren und die Sterilisation [Ward (80), Brillet (82)]. Zwecks Paraffinierung werden die getrockneten Stopfen vom Staub befreit, in Formaldehyd-Alkoholdampf sterilisiert und je nach erprobten Verfahren mit Paraffin oder anderen Paraffiniermassen fein überzogen. Auch Talkum [Debove (83)] dient als Stopfenüberzug.

Imprägniert werden die Korke entweder durch Kaseinsalze, auf die man Formaldehyd einwirken läßt [Helbing (84)], oder durch Tränken mit in Schweizers Reagens gelöster Zellulose und darauffolgendes Übergießen mit Schwefelsäure. Die Zellulose »pergamentiert« und das Kupfer des Reagens wird herausgelöst. Andere Verfahren der Korkimprägnierung sind Überziehen der Korke mit gelöstem Kollodium, Kautschuk, japanischem Lack, Emaille- und Spirituslack, Ozokerit usw.

Industriell findet der Kork vornehmlich Verwendung zu: Schwimmgürteln, Badeartikeln, Korkhelmen, Tintenfässern, Federhaltern, Glasuntersätzen, Insektenplatten, Fahrradgriffen, Stockgriffen, Thermosflaschen, Korkfedern bei Lastwagen, Unterlagen, Korksohlen [Gordon (103)], Stoßkissen für Schiffe, Bekleidungen für Dampfrohre, und in der Fischerei und Nautik zu: Fischernetzen, Bojen, Rettungsgürteln und dergl. [Freund (104)]. Auch Korkabfälle hat man nutzbar zu machen versucht. So gewinnt man aus diesen durch trockene Destillation (aus 100 kg 50 cbm) Leuchtgas. Die flüssigen und teerigen Produkte können, ähnlich denen der Steinkohle, chemisch weiter ausgewertet werden.

Kork spielt ferner bei der Essigsäurefabrikation und der Lohgerberei eine gewisse Rolle.

In der Kälte- und Wärmetechnik findet der sogenannte »Korkstein« eine allgemeine und bevorzugte Verwendung. Zur Herstellung des letzteren werden Korkabfälle gemahlen, mit Bindemitteln, wie Kalk, Ton, Pech u. a. gemischt und unter Einhaltung bestimmter Temperaturen in Formen zu Platten gepreßt. Diese finden vielfache Verwendung, so vor allem in der Bautechnik.

»Linoleum« ist ein Gemisch aus Korkmehl, eingedicktem Leinöl, Harz und Farbe, welches auf Gewebe, meist Jute oder Baumwolle, aufgetragen und angepreßt wird. Besondere Färbeverfahren und Anordnungen der Bestandteile des Linoleums geben die verschiedenen Muster der Decken und Linoleumplatten.

Der für die Technik minderwertige »Jungfernkork« findet vielfach Verwendung zur Herstellung von Gartenmöbeln, Gartentöpfen, künstlichen Grotten, Bekleidungen von Dampfrohren, Herstellung von Korksteinen, Schwimmkork usw.

Die feine »Korkkohle« dient als »Spanisch-Schwarz« zur Herstellung von Druckerschwärze.

B. Besonderer Teil.

Technisch verwendbaren Kork liefern nur wenige Bäume der Familie der *Fagaceae*.

1. *Quercus suber* L., die »Korkeiche« (Spanien, Marokko).
2. *Quercus occidentalis* Gay (Spanien. Portugal (16), (vielleicht Varietät: *Quercus suber, var. latifolia*).
3. *Quercus pseudosuber* Santi, (Mittelitalien, Provence, Istrien und Dalmatien (20), (vielleicht Bastard von *Quercus suber* + *Cerris* ?). Der Kork dieser Art ist minderwertig (17).
4. *Quercus numidica* Trabut (*Quercus suber* + *Quercus afares* = *Qu. pseudosuber* D. C., ex parte), Algier (18).
5. *Quercus fontanesii* Trab. (*Quercus suber* + *Quercus cerris*), Algier (18).
6. *Quercus ilex* L., Mittelmeerländer (19).

1. Quercus suber L., die »Korkeiche«. Heimat der Korkeiche [Müller (62)]: die südwestlichen Mittelmeerländer, besonders Spanien, Algerien und Marokko. Flückiger (21) nimmt jedoch nur Nordafrika als Heimat an. Kultiviert wird die Korkeiche zurzeit in: Portugal, auf den Balearen, Sardinien, Korsika [Rickli (22)], Sizilien, in Italien, Istrien und Dalmatien. In den beiden letztgenannten Gebieten herrscht *Quercus pseudosuber* vor. In neuerer Zeit sind auch in den südlichen Staaten Nordamerikas Korkeichen angepflanzt worden. Über den »cork-tree« (Korkeiche) Australiens siehe Gray (98).

Die Eiche gedeiht bis zu 45° n. Br., besonders gut auf silurischem Schiefer und Granitböden, auch auf Quarz- und Sandsteinböden, während Kalk- und Moorböden gemieden werden. Die Höhengrenze liegt bei 1000—1300 m [Koch (23) und Mittermüller (24)]. Artigas y Teiridor (30) hat feststellen können, daß Kork aus Gebirgsgegenden eine dichtere Struktur aufweist, die Beschaffenheit des Korkes also vom Standort abhängig ist.

Größe der Korkeichenkulturen:

Spanien: 300 000 ha. In den Provinzen Katalonien bei Gerona, La Yunquerra Tosca, in Andalusien nördlich von Sevilla, in Estremadura und Asturien [Rickli (25) u. Gschwender (97)].

Portugal: 500 000 ha. Hauptgebiet im Süden des Tejo in den Regierungsbezirken von Beja, Evora und Portalegre, in der Provinz Algarve; ferner in den Bezirken von Lissabon, Santarem und Castello Branco [Klein (31)].

Frankreich: 150 000 ha. In der Landschaft Roussillon, in der Provence und Gascogne, auf der Insel Korsika in der Nähe von Portovecchio und Monaccia.

Algerien: 508 000 ha. In den Departements Oran und Alger. Die schönsten Waldungen liegen nach Tschirsch (28) in Constantine, längs der Küste von Bougie Djidjelli, El Milia, Taher Collo, Philippeville bis Bône.

Tunis: 116 000 ha. An der Grenze Algeriens und im Bergland von Khoumirie.

Marokko: 1 000 000 ha. Zwischen Tanger und Rabat, im Er Rif bis zur Muluja.

Italien: 80 000 ha. Hauptsächlich auf Sizilien und Sardinien.

Die Korkeiche erreicht eine Höhe von 20—30 m und ein Alter von über 200 Jahren. Ihr Stamm ist kurz gedrungen, braun bis bräunlichrot, 2—5 m im Umfang, und trägt krumme, mitunter unbelaubte nach oben strebende Äste. Die Blütezeit fällt je nach dem Klima, in Spanien in die Monate April bis Juni, in Algerien in die Monate Januar bis Mai. Die Blätter sind klein, länglich, oberseits dunkelgrün, unterseits heller und feinbehaart. Die Blattform ähnelt der unserer Eichen sehr.

Der jährliche Korkzuwachs schwankt. In den ersten Jahren wird eine dickere Korkschicht gebildet, in späteren Jahren beschränkt er sich auf 1—2 mm.

Tabelle des jährlichen Wachstums der Korkschicht [nach Lamey (26)]:

Wachstum der Korkschicht	beidünnem Kork mm	bei gewöhnlichem Kork mm	bei dickem Kork mm
1. Jahr	1,7	2,7	4,0—5,0
2. „	2,5	3,9	5,5—7,5
3. „	2,4	3,8	5,3—7,0
4. „	2,3	3,6	5,0—6,5
5. „	2,1	3,4	4,6—5,8
6. „	2,0	2,1	4,1—5,3
7. „	1,9	2,1	3,6—4,8
8. „	1,7	2,5	3,2—3,9
9. „	1,5	2,2	2,8—3,9
10. „	1,3	2,0	2,5—3,7
11. „	1,2	1,8	2,3—3,6
12. „	1,1	1,7	2,1—3,5
13. „	1,1	1,7	2,0—3,5
14. „	1,0	1,6	1,9—3,4
15. „	1,0	1,6	1,9—3,4

Nach C. de Candolle (29) tritt erst im vierten Wachstumsjahre die Korkschicht zutage. Dieser erste Kork, der »männliche« oder »Jungfernkork« zerreißt mit der Zeit infolge des Dickenwachstums des Stammes, wird dadurch brüchig und für die Technik unbrauchbar. Der Jahreszuwachs des »Jungfernkorkes« beträgt höchstens nur 1 mm. Sobald die Eiche eine Höhe von ungefähr 1,5 m erreicht hat und der Stamm 30—40 cm stark ist, wird, besonders wenn günstige Nachwuchsbedingungen zu erwarten sind, der »Jungfernkork« entfernt. Von Bäumen, die ein Alter von 25—30 Jahren erreicht haben, wird der erste Kork mit Hacken und Messern abgeschabt. Die Abschabung geschieht meist unter größter Vorsicht in den Monaten Mai bis Oktober, damit die grüne Rindenschicht, die »Mutterrinde«, aus der ja das neue Korkkambium und der neue Kork hervorgeht, nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Häufiger wird die Mutterrinde auch tief und senkrecht eingeschnitten und abgeschabte Jungfernkorkstücke werden wieder um den Stamm gebunden. Hierdurch wird eine gleichmäßige Neubildung des Korkes erreicht und die Entstehung glatter Korkschichten.

In dem inneren Teil der primären Rinde, der »Korkmutter«, bildet sich an

Stelle des zerstörten ein neues Korkkambium, welches den »weiblichen Kork« entwickelt, der weicher und weniger sklerotisiert ist. Durch die Entfernung des Jungfernkorkes wird auch eine stärkere Jahresproduktion des Korkkambiums erreicht und nach F. v. Höhnel (27) ein spärlicheres Anlegen von Lenticellen und »röhrenförmigen Durchbrechungen«. Nach 8—10 Jahren findet die erste Korkernte statt, in Algier und Tunis in den Monaten Mai bis Juni, in Italien, Portugal, Spanien und Frankreich Ende Juli bis Mitte August.

Sobald die Stämme eine rötliche Färbung der Risse bekommen, d. h. sehr saftreich sind, werden sie zunächst in gewissen Abständen geringelt, und die Ringe durch senkrechte Einschnitte miteinander verbunden. Man erhält dadurch halbzylindrische Korkplatten. Infolge des Saftreichtums lassen sich die Platten nach vorherigem Abklopfen des Korkes leicht mit Hilfe von Hacken ablösen. Die Korkmutterrinde darf beim »Schälen« nicht verletzt werden, da sonst das Wachstum neuer Korkschichten in Frage gestellt wird. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Ernte gegen Anfang der Regenzeit beendet wird. Nässe beeinflußt das innere Rindengewebe schlecht, kann es sogar zerstören. Auch darf nicht an zu heißen Sonnentagen geerntet werden, da sonst eine zu starke Verdunstung eintritt.

Bei jungen Bäumen werden nur die Stämme zwecks Korkgewinnung entrindet, bei älteren auch die Äste. Die geernteten Korkplatten werden mit der Innenseite auf die Erde gelegt und durch Beschweren mit Steinen abgeplattet und gestreckt. In Ballen gepackt gelangen diese Platten vielfach als Rohware direkt in den Handel. Meist jedoch werden die Rohplatten noch besonders folgendermaßen behandelt: Man entfernt zunächst aufsitzende Moose und Flechten, ferner die mehr oder weniger verholzte Außenrinde, und taucht die Platten für eine gewisse Zeit in Bottiche mit siedendem Wasser. Hierdurch werden die Platten besonders geschmeidig und elastisch, ferner werden Gerbsäuren wie Gerbsäurenderivate und andere verhärtende Stoffe herausgelöst. Der bis zu 30% aufgequollene Kork wird gepreßt und, vielfach über Feuer, getrocknet. Um eine Bräunung oder Dunkelfärbung des Korkes zu erzielen, werden die Platten besonders in Spanien durch die Flamme gezogen. Die sortierten Platten gelangen, zu Ballen von 70—80 kg Gewicht gepreßt und mit Eisenbändern oder Afafasern (*Stipa tenacissima*) zusammengeschnürt, in den Handel. Schlechte Korkplatten werden zu Schwimmern (Fischerei usw.) verarbeitet oder zur weiteren Verwendung in der Technik gemahlen. Abfälle und unbrauchbarer Kork werden an Ort und Stelle zu »Korkschwarz« verbrannt. Durch das Verbrennen der Abfälle werden die die Korkeiche schädigenden Insekten vernichtet. Von letzteren kommen besonders die Larven der roten Ameise *Formica rufa* L., ferner *Cerambyx ceredo* L., *Coroebus bifasciatus* und *cundatus, Bombyx dispar* [Klauber (19)], *Agrilus* und *Tortrix viridiana* in Frage.

Gereinigt werden die Korkplatten entweder mit der Hand oder maschinell. »Wenn auch [nach Klauber (19)] die Handarbeit besser und der Gewichtsverlust bei ihr ein geringerer ist, so zieht man doch die maschinelle Arbeit vor, da dadurch Zeit, und somit Geld gespart wird.« Im Prinzip sind alle Reinigungsmaschinen ähnlich gebaut. Gegen Walzen mit Kammzähnen oder spiralig angeordneten Eisenklingen werden die Korkplatten vorsichtig gedrückt und dadurch die Unreinigkeiten entfernt. In neuerer Zeit werden die Korkplatten ein wenig angebrannt, und dann mit Besen oder besonderen Maschinen die verkohlten wertlosen Teile abgeschabt.

Nach 9—12 Jahren kann die Korkernte wiederholt werden. Mit der Alterszunahme des Baumes findet eine bessere und feinere Entwicklung des Korkes statt. Der Kork zwischen dem 50. und 150. Lebensjahre soll der beste sein. Eichen mit einem Alter über 150 Jahre bedürfen einer Regenerationszeit von 14—16 Jahren. Über 200 Jahre alt liefern die Eichen keinen brauchbaren Kork mehr, man verwendet dann die letzten Rindenanteile in Lohgerbereien und verwertet das Holz nach Fällung des Baumes.

Nachstehende Tabelle [nach Lamey (26)] zeigt die Ernteerträge einer Korkeiche während ihrer Lebensdauer.

Mittleres Alter des Baumes	Ernteperioden	Umfang d. Baumes m. d. Rinde m	Gewicht des Korkes kg	Wert des Korkes in Franken
35—40	1. Ernte	0,65	3,372	1,51
40—50	2. „	0,81	6,489	2,92
50—60	3. „	0,96	10,464	4,71
60—70	4. „	1,12	15,480	6,99
70—80	5. „	1,28	21,456	9,65
80—90	6. „	1,44	28,392	12,78
90—100	7. „	1,60	36,288	16,33
100—110	8. „	1,75	44,874	20,19
110—120	9. „	1,91	54,660	21,92
		zusammen	221,475	97,00

Die Zahlen geben die Durchschnittserträge an. In der Literatur findet man mitunter erheblich größere Ernteerträge, so berichtet z. B. Lamey (26), daß eine Eiche bei Notre Dame des Maures im Jahre 1882 600 kg Kork geliefert haben soll.

Die Korkplatten sind im Durchschnitt 5—10 cm dick. Im allgemeinen ist der spanische Kork dicker als der sizilianische, sardinische und illyrische. Je nach der Farbe, die zwischen hellgelb und dunkelbraun variiert, unterscheidet der Handel zwischen »weißem« und »schwarzem« Kork. Französischer Kork ist heller, der spanische schwarzbraun. Die äußere Seite der Korkplatten ist rauh und zeigt vielfach dünne Schichten sklerotischen Rindengewebes und tiefe Längsrisse, während die Innenseite glatter ist und die radialen Poren deutlich erkennen läßt. Auf dem Querschnitte treten 8—15 Jahresringe als dunklere wellige Linien deutlich hervor, die dadurch zustande kommen, daß im Frühjahr und Sommer weite, dünnwandige Korkzellen gebildet werden, im Spätsommer und Herbst flache Zellen mit bedeutend dickeren Wandungen, ja selbst Sklereiden [Tschirsch (28)]. Neben diesen Jahresringen treten auch »falsche Jahresringe« [Flückiger (45)] auf, die durch Kollabieren von Zellen entstanden sind. Durch Behandeln mit Wasser und nach Erwärmen quellen die Zellen zu ihrer Ursprungsform wieder auf und die Streifung verschwindet.

Senkrecht zu den Jahresringen verlaufen die Lentizellen in Form von Rillen und Streifen.

Das mikroskopische Bild (Abb. 6) zeigt in seiner Hauptmasse dünnwandige, im Querschnitt fast quadratische Zellen, die zu radialen Reihen angeordnet sind. Die Radialwände sind oft wellig verbogen, nach Tschirsch (28) eine Folge der Behandlung des Korkes. In manchen Zellen befindet sich bräunlich eingetrocknetes Protoplasma, welches der Wand anliegt, ferner kleine prismatische Cerinkristalle, die sich in Chloroform lösen. v. Höhnel (11) hat auch Oxalatdrusen im Korke beobachtet. Sklereiden, mit rotbraunem Inhalt, sind häufig. Auf Tangentialschnitten lassen die Korkzellen die Form kurzer, 5—6seitiger Prismen erkennen, deren Achse radial steht [Höhnel (27)]. Im übrigen stimmt der Bau der Korkzellen der Korkeiche mit der eingangs gegebenen allgemeinen Beschreibung überein.

II. Korkersatzmittel. Von der großen Menge der Korkersatzmittel vermag keines all die vorzüglichen Eigenschaften des echten Korkes in sich zu vereinen. Der Kork von *Ulmus suberosa*, der vielleicht in Frage käme, ist infolge des Phelloidgewebes brüchig und nicht verwendbar.

Aus den Korkabfallstoffen werden durch Bindemittel wie Öl, Leinöl, Nitrozellulose, Kasein, Viskose und darauffolgendes Pressen »Preßkorke« hergestellt. Es gibt eine Unmenge von Vorschriften für Preßkork, wie z. B. die Viskose-, Stärke-, Suberit-, Kautschuk-, Leim- und andere Verfahren.

Eine besondere Rolle spielen die Korkhölzer, die hier in systematischer Reihenfolge aufgezählt seien (Näheres siehe Abschnitt: Hölzer).

Pinaceae:

Pinus Mercusii Jungh., Indien. Die Rinde wird als Kork verwendet.

Pinus silvestris L. und andere Pinusarten. Ihre Borke liefert gemahlen einen ebenbürtigen Ersatz für Korkschrot [Wehsarg (85)].

Salicaceae:

*Salix*arten und *Populus*arten lieferten mit ihrem weichen Holz während der Kriegszeit Stopfen.

Moraceae:

Musanga Smithii, Westafrika, Korkholz (93).

Anonaceae:
Anona palustris, Südamerika.

Leguminosae:
Aechynomene elaphroxylon, Nilgebiet und Asien.
Erythrina-Arten, bes. *E. acanthocarpa*, Tropen. Liefert »Marble Cork«.
Pterocarpus suberosus Poir.
*Glycyrrhiza*arten, auch *G. glabra*, Slavonien. Besonders das Wurzelholz liefert Korkersatz.

Burseraceae:
Commiphora africana, Abessinien.

Tiliaceae:
Tilia grandifolia und andere Tiliaarten.

Malvaceae:
Hibiscus tiliaceus, Korkholzbaum der Antillen.

Bombacaceae:
Ochroma lagopus Schwartz, Westindien.
Adansonia digitata, Afrika.
Bombax-Arten.

Nyassaceae:
Nyassa silvatica, Nordamerika, nebst anderen Nyassaarten.

Myrtaceae:
Melaleuca leucadendron, Südasien. Holz und Rinde geben Korkersatz.

Apocynaceae:
Alstonia scholaris, Ostindien.

Neben diesen werden noch die verschiedensten Stoffe des Pflanzenreichs als Korkersatzmittel verwendet, wie z. B. das Mark der Sonnenblumen, des Holunders und des Mais [Freund (86)], die Fruchtkörper von Baumschwämmen, vornehmlich des *Polyporus pinicola* und anderer [Lindemann (87)].

Mehlhardt (88) [D.R.P. 323913] hat ein Verfahren ausgearbeitet, nach dem man aus Pflanzenfasern durch Erhitzung mit einer Seifenemulsion und leicht schmelzbaren Kohlenwasserstoffen einen guten Korkersatz erhält. Auch angeschwemmtes Treibholz wird als Ersatz empfohlen [Jacobson (89)], ebenso Korke aus Zellulose, Pappe und Papiermaché.

Rein chemische Erzeugnisse, die als Korkersatz dienen, sind das »Cupren«, »Korkment«, die »Kaseinkorke« und das »Kieselgur-Gipsgemisch«.

»Cupren« entsteht bei der Einwirkung von Azetylen auf Kupfer, Nickel oder deren Oxyde bei einer Temperatur von 200—250° und einem Druck von 15 cm Hg (90).

»Korkment« ist eine bei Erwärmung zähflüssig werdende, Bitumen enthaltende Masse, die sich gut formen läßt (D. R. P. 302 702).

Beim »Kieselgur-Gipsgemisch« [Simon (91)] werden die mit dieser Masse verschlossenen Gefäße umgekehrt in Wasser getaucht, wodurch eine schnelle Erhärtung der Stöpsel eintritt.

Zillichs (92) »Kaseinstopfen« sind ein Gemisch von Kasein und Formaldehyd-Wasserstoffsuperoxyd. Die Masse erhält durch Pressen die gewünschte Form. Durch Zusatz von Glyzerin und fettem Öl soll die Elastizität der Kaseinstopfen vermehrt werden.

Über die Behebung des Korkmangels und über Ersatzstopfen in der Kriegszeit berichtet eingehend Freund (105, 106); über Kork und Korkersatz Utz (107); über die neuesten Verfahren zur Herstellung von künstlichem Kork, nebst einer Zusammenstellung der Kunstkorkliteratur Halen (108); über Verfahren zur Herstellung von Korkformstücken von geringem spezifischen Gewicht Grünzweig u. Hartmann (109) und über die Fabrikation der Kautschuk- und Leimmassetypen-, Stempel- und Druckplatten, sowie die Verarbeitung des Korkes und der Korkabfälle Stefan (110).

C. Literatur.

1. Basike, P., Botanische Zeitung (1908), p. 55.
2. Wiesner u. Pacher, Über die Transpiration entlaubter Zweige und des Stammes der Roßkastanie. Österr. Bot. Zeitschrift (1875), Nr. 5.
3. Handwörterbuch der Naturwissenschaften (1918), unter »Gewebe«.
4. Moeller, Anatomie der Baumrinden (1882).
5. Strasburger, Lehrbuch der Botanik (1917).
6. Sanio, C., Vergleichende Untersuchung über den Bau und die Entwicklung des Korkes, Pringheims Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik **II**, p. 39 (1860).

7. Strasburger-Koernicke, Botanisches Praktikum (1923).
8. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie (1924).
9. Mohl, H., Untersuchungen über die Entwicklung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dikotylen. Vermischte Schriften, p. 212.
10. La Floresta, Rendic. del. Congr. Bot. di Palermo (1903).
11. Höhnel, H. von, Über Kork und verkorkte Gewebe überhaupt. Sitzungsber. der Wiener Akad. (1877).
12. De Bary, Vergl. Anat. der Vegetationsorgane der Gefäßpflanzen (1877).
13. Haberlandt, G., Über die Nachweisung der Cellulose im Korkgewebe, Österr. Bot. Zeitschr. (1875).
14. Molisch, Mikrochemie der Pflanzen (1924).
15. Haberlandt, G., Beiträge zur Kenntnis der Lenticellen. Sitzungsb. der Wiener Akad. I. Abt. (1875).
16. Gay, Note sur une nouv. espèce de chêne. Ann. sc. nat. **4**, **7** (1856).
17. Matthieu, Flore forestière, Paris (1877).
18. Trabut, Les Hybrides du Quercus suber. Associat. franç. p. l'avance. Paris (1889).
19. Klauber, Monographie des Korkes (1920).
20. Freyn, Österr. Bot. Zeitschrift (1877) und zool. bot. Gesellschaft, Wien (1877).
21. Archiv pharm. (1879).
22. Rickli, Bot. Reisestudien auf einer Frühlingsfahrt durch Korsika. Zürich (1903).
23. Koch, Beiträge zur Kenntnis der Höhengrenzen der Vegetation des Mittelmeergebietes. Halle (1910).
24. Mittermüller, E., Die deutsche Korkindustrie, Jena (1908).
25. Rickli, Bot. Reisestudien von der spanischen Mittelmeerküste, Zürich (1907).
26. Lamey, A., Le chêne-Liège, la culture et son exploitation, Paris (1893).
27. Höhnel, F. v., in Wiesner »Die Rohstoffe des Pflanzenreichs«, Leipzig (1918).
28. Tschirsch, Handbuch der Pharmakognosie **II**, siehe auch dort weitere Literatur.
29. C. de Candolle, De la production naturelle et artificielle du liège dans le chêne liège. Mem. de la Soc. de Phys. et hist. natur. de Genève (1860).
30. Artigas y Teiridor, El Alcornoque ect. Madrid (1875), Bot. Jahrbücher (1880).
31. Klein, Die Korkeiche und ihre Produkte in ihrer ökonomischen Bedeutung für Portugal. Naturw. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft (1912).
32. Czapek, Biochemie der Pflanzen, **1**.
33. Brugnatelli, Crells Annalen **1** (1787).
34. Bouillon la Grange, Annal. de Chim. **XXIII**, p. 42 (1797).
35. Fourcroy, Système des connais. chim. **VIII**, (1801).
36. Chevreul, Ann. de chim. **XCVI**, p. 141. (1815). Ann. de chim. **LXII**, p. 323. (1807). Schweiggers Journ. **16**, p. 323 (1816).
37. Döpping, Annalen der Chemie und Pharmazie, **45** (1843).
38. Boussignault, Compt. rend. **II** (1836).
39. Mulder, Physiol. Chemie (1844).
40. Payen, C. R. **66** (1868).
41. Wiesner, P., Einleitung in die technische Mikroskopie (1867).
42. Haberlandt, Österr. Bot. Zeitschrift **8** (1874).
43. Kügler, K., Archiv d. Pharmazie **222** (1884).
44. Gilson, La Cellule **6** (1890).
45. Flückiger, Archiv. d. Pharmazie **228** (1890).
46. Wisselingh, van, Archiv néerland. **12** (1888), **26** (1893).
Just's botan. Jahresbericht (1888).
Verhandlungen der Akademie Amsterdam (1892).
Chem. Zentralbl. **II** (1892).
47. P. Karrer, J. Peyer und Zorka Zega, Zur Kenntnis der Korksubstanz, Chem. Ztrbl. (1923).
48. Hess u. Meßmer, Ber. Chem. Ges. 54, 504.
49. Grim u. Wittka, Z. f. angew. Chem. **34**, 645.
50. Mohl, Bot. Ztg. (1847).
51. Hofmeister, Pflanzenzelle (1867).
52. Mitscherlich, Monatsber. der Berliner Akad. d. Wissensch. (1850).
Annalen der Chemie und Pharm. **75**, 310.
53. Siewert, Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften **30** (1867).
54. Frémy u. Urbain, Journ. de Pharm. et de Chim. **5**, V (1882).
55. Thoms, H., Pharmaz. Zentralh. **39** (1898). Chem. Ztrbl. **II** (1898).
56. Istrati, C. und Ostrogovich, C. R. **128** (1899).
57. Schmidt, M. v., Monatsh. f. Chem. **XXV** (1904).
Österr. Chem. Zeitung (1911).
58. Tommasi, G., Sociètà chimica italiana (1913).
59. Drabble u. Nierenstein, Biochem. Journ. **2**, 3 (1907).
Nierenstein u. Webster, Ber. Chem. Ges., **41** (1908).
Nierenstein, Ber. Chem. Ges. **40** (1907).
Nierenstein, Ber. Chem. Ges. **42** (1909).
Nierenstein, Ber. Chem. Ges. **43** (1910).
60. Bräutigam, Pharm. Zentralhalle **39** (1898).
61. Meyer, A., Erstes mikroskop. Praktikum (1915).
62. Müller, E. A., Über die Korkeiche, Abhandlung der k. u. k. geographischen Gesellschaft Wien. **II**. Nr. 7 (1900).
63. Correns, C., Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien, **XCVII** (1888).
63a. Zimmermann, A., Bot. Mikrotechnik (1892).

64. Kroemer, Bibliotheca Botanica **59** (1903).
65. Tison, A., Compt. rend. assoc. franç. pour l'avanc. des Sc. Congrès de Boulogne-sur-mer (1899).
66. Plaut, M., Ber. d. d. bot. Ges. **XXXIII** (1915).
67. Chodat, R., Arch. des sc. phys. et nat. **3** sér. T. **XXV** (1891).
68. Bernhard, Beiblatt z. bot. Zentralbl. **XVII** (1904).
69. Rosenberg, Z. f. wissensch. Mikroskop. **XV** (1898).
70. Lagerheim, G., Svensk Farmazeut Tidskr. (1902).
71. Richter, O., Z. f. wissensch. Mikroskopie **XII** (1905).
72. Wiesner u. Molisch, Bot. Zentralbl. (1899).
73. Kammerling, Bot. Zentralbl. (1897).
74. Lietzmann, Diss. Berlin (1887).
75. Steinbrinck, Ber. d. d. bot. Ges. (1900).
76. Schwenderer, Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Abhandl. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien (1882).
77. Anderson, William, Vortrag, geh. im Kgl. Inst. von Großbritannien (1877).
78. Stössel, Hugo, Die Korkproduktion, ihre Verteilung auf dem Weltmarkte und die deutsche Korkindustrie, Berlin (1922). Siehe auch hier weitere Literatur.
79. Sacher, J. F., Chem. Ztrbl. **I** (1917).
80. Ward, J. F., Chem. Ztrbl. **I** (1918), 1057.
81. Ahrens, Christian, Färben von Kork mit wässr. alk. Lösungen ohne Veränderung des Korkgewebes. Chem. Ztrbl. (1922).
82. Brillet, Marius, Verfahren zum Sterilisieren, Waschen und Polieren von Stopfen, Chem. Ztrbl. **IV** (1921).
83. Debove, François, Talgpulverüberzüge bei Stopfen (D. R. P. 321 048). Chem. Ztrbl. **IV** (1920).
84. Helbing, Chem. Ztg. **32**.
85. Wehsarg, Richard, Korkschrotersatz. Chem. Ztrbl. **II** (1920).
86. Freund, H., Beiträge zur Kenntnis des Korkersatzes, Chem. Ztrbl. **II** (1919).
87. Lindemann, Verfahren zur Herstellung von Stopfen und Verschlußmitteln unter Anwendung eines Paraffinbades. Chem. Ztrbl. **II** (1920). D. R. P. 318 745.
88. Melhardt, Korkersatz aus Pflanzenfasern. Chem. Ztrbl. **IV** (1920).
89. Jacobson, Leo, Chem. Ztrbl. **II** (1920).
90. »Cupren«, Chem. Ztrbl. **IV** (1919), **II** (1920). Neueste Erfindungen **46** (1919).
91. Simon, Umschau **12** (1918).
92. Zillich, Chem. Ztg. **44** (1919).
93. Bull. Imperial. Inst. London (1919).
94. Zemplen, Z. f. physikal. Chemie **89**, 179. Weitere Literaturangaben.
95. Philipp, Maria, Über die verkorkten Abschlußgewebe der Monokotylen. Biblioth. Botanica (1923).
96. Pristley, J. H., Suberin und Cutin, New Phytologist (1921).
97. Gschwender, Die Korkerzeugung Spaniens, Südd. Apoth. Ztg. **59**.
98. Gray, The cork-tree, Australian Forest Journ. **6**, **63** (1923).
99. Brandes, Über Suberin, Schweiggers Journal **32** (1821).
100. Dutrochet, Über die Natur und Entwicklung des Korks, C. R. **IV** (1837).
101. Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie (1856).
102. Zeisel, S., J. f. prakt. Chem. **31**.
103. Gordon, J. R. C., Herstellung von Reifen, Fußbodenbelägen aus Kork. Chem. Ztrbl. **IV** (1923).
104. Freund, H., Die physik. Eigenschaften des Korks und ihre Verwertung in der Industrie und Technik. Pharm. Ztg. (1917).
105. Freund, H., Beiträge zur Behebung des Korkmangels.
106. Freund, H., Unsere Ersatzstopfen in der Kriegszeit, Pharm. Ztg. **63**, Pharm. Ztg. **64**, Pharm. Zentralhalle **60**, p. 183—187.
107. Utz, Über Kork und Korkersatz, Kunststoffe **9** (1919).
108. Halen, Die neuesten Verfahren zur Herstellung von künstlichem Kork nebst einer Zusammenstellung der Kunstkorkliteratur, Kunststoffe **X** (1920), 201.
109. Grünzweig u. Hartmann, Verfahren zur Herstellung von Korkformstücken von gering. spez. Gewicht. (D. R. P. 326 882). Chem. Ztrbl. (1921), 44.
110. Stefan, August, Die Fabrikation der Kautschuk- und Leimmassetypen-, Stempel- und Druckplatten sowie die Verarbeitung des Korkes und der Korkabfälle.

W. v. Brehmer.
(Mit Unterstützung
von E. Konstanty - Berlin.)

Organische Säuren.

(F. Boas.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung	1801
II. Die als Rohstoffe in Betracht kommenden Säuren	1801
1. Aconitsäure	1801
2. Agaricinsäure	1801
3. Ameisensäure	1801
4. Aminosäuren	1802
a) Asparaginsäure	1802
b) Glutaminsäure	1802
c) Leucin	1802
d) Tyrosin	1802
5. Anemonsäure	1802
6. Angelicasäure	1802
7. Apfelsäure	1802
8. Agrostemmasäure	1803
9. Arachinsäure	1803
10. Baldriansäure	1803
11. Behensäure	1804
12. Benzoesäure	1804
13. Bernsteinsäure	1804
14. Betuloretinsäure	1804
15. Blausäure, Amygdalin	1804
16. Boswellinsäure	1805
17. Brenzweinsäuren	1805
18. Buttersäure	1805
19. Chelidonsäure	1805
20. Chinasäure	1805
21. Citronensäure	1805
22. Cumarsäure	1806
23. Essigsäure	1806
24. Flechtensäuren	1806
25. Fumarsäure	1807
26. Glykolsäure	1807
27. Glycirrhizinsäure	1807
28. Gymnemasäure	1807
29. Hefennukleinsäure	1807
30. Helvellasäure	1807
31. Mekonsäure	1808
32. Milchsäure	1808
33. Myronsäure	1808
34. Nikotinsäure	1808
35. Ölsäure	1808
36. Oxalsäure	1808
37. Weinsäure	1809
38. Zimtsäure	1809
III. Literatur	1810

I. Einleitung.

Von der großen Zahl organischer in Pflanzen sich findender Säuren (1) kommt nur eine kleine Anzahl als Rohstoffe in Betracht. Diese Säuren sind in der folgenden Übersicht in alphabetischer Reihenfolge angeordnet, dabei ist zu beachten, daß die in Fetten, Harzen, Gerbstoffen und Farbstoffen vorkommenden Säuren hier nicht aufgenommen sind, da sie an anderen Stellen dieses Handbuches behandelt sind.

II. Die als Rohstoffe in Betracht kommenden Säuren.

1. **Aconitsäure**, $C_6H_6O_6$ oder $C_3H_6(CO \cdot OH)_3$, findet sich als Kalziumsalz im Kraute von Aconitumarten (2), *Adonalis vernalis* (3), in *Delphinium consolida* (4), *Equisetum fluviatile* (5), *Achillea millefolium* (6), im Rüben-, Sorghum- und Zuckersaft und im Kolonialzucker (7, 8). Sie läßt sich leicht aus Zitronensäure herstellen.

2. **Agaricinsäure**, $C_{19}H_{36}(OH) \cdot (CO \cdot OH)_3 + 1^1/_2\ H_2O$, oder $C_{22}H_{40}O_7 + 1^1/_2\ H_2O$ (Agaricin, Laricin, Cetylzitronensäure).

Agaricinsäure ist eine dreibasische, vieratomige, der Zitronensäure nahestehende Säure.

Agaricinsäure findet sich zu 14—16 % im Lärchenschwamm, *Polyporus officinalis*. Über die Darstellung vergleiche man Masing (9) und E. Jahns (10). Agaricinsäure schmilzt bei 141,3—142°, wenn sie rein ist, löst sich bei 15° in 180 Teilen Alkohol von 90 %, sowie in 75 Teilen absolutem Alkohol. In der Wärme wird sie von Alkohol, Eisessig und Terpentinöl leicht gelöst. Mit Wasser quillt sie zu einer gallertartigen, stark schäumenden, sauer reagierenden Flüssigkeit. Leicht löst sich Agaricinsäure zu einer stark schäumenden Flüssigkeit mit Alkalien. Das starke Schäumen erinnert an die Saponine (siehe diese).

Agaricin dient in der Medizin als Mittel gegen Nachtschweiße.

3. **Ameisensäure**, CHOOH, kommt nach Bergmann (11) in vielen Pflanzen vor, ohne irgendeine größere Bedeutung zu haben. Curtius und Franzen (12) wiesen sie in Blättern nach. In Früchten ist sie nicht selten bei *Sapindus saponaria, Tamarindus indica, Ceratonia siliqua*.

4. Aminosäuren (13, 13a) finden sich als Bausteine des Eiweißes und als Spaltprodukte in jeder Pflanze. Einzelne Aminosäuren kommen in Pflanzen reichlich vor. Im Malz erleiden die Aminosäuren beim Dörren des Malzes eine Reihe bemerkenswerter Umsetzungen, die mit zur Dunkelfärbung und zur Aromabildung des Malzes beitragen und daher von großer Bedeutung sind.

Einige wichtigere Aminosäuren sind:

a) Asparaginsäure (l-Amidobernsteinsäure),

$$C_2H_3(NH_2)\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases},$$

findet sich besonders in Zuckerrübenmelasse, in *Phaseolus, Cucurbita* usw. Sie steht in enger Beziehung zum Asparagin,

$$C_2H_3(NH_2)_2\begin{cases}CO\cdot NH_2\\CO\cdot OH\end{cases}+H_2O,$$

dem Amid der Asparaginsäure, das sich im Spargel (*Asparagus*, daher der Name), in Runkelrüben und insbesondere in großer Menge in etiolierten Leguminosenkeimlingen findet. Aus etiolierten Pflanzen von *Lupinus luteus* gewann Schulze und Umlauft 20 % der Trockensubstanz an Asparagin.

b) Glutaminsäure,

$$C_3H_5(NH_2)\begin{cases}CO\cdot OH\\CO\cdot OH\end{cases},$$

gewinnt F. Ehrlich z. B. aus Melassenschlempe. 1 kg Schlempe liefert 60—65 g reine Glutaminsäure. Der Glutaminsäure entspricht als Amid Glutamin

$$C_3H_5(NH_2)\begin{cases}CO\cdot NH_2\\CO—OH\end{cases},$$

das sich in Knollen von *Stachys tuberifera*, häufig auch mit Asparagin, findet. Aus Gliadin läßt sich Glutaminsäure leicht gewinnen (Abderhalden).

c) Leucin, α-Amidocapronsäure, Amidocapronsäure

$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!>\!CH\cdot CH_2\cdot CH(NH_2)CO\cdot OH$$

findet sich in Melasseschlempe (Lippmann), in nennenswerter Menge in *Vicia*keimlingen (*Gorup Besanez*), in *Chenopodium* (Leucin = Chenopodin), in Kartoffelknollen, *Boletus edulis*, Hefe, *Lupinus*. In etiolierten *Vicia*pflanzen (auch Lupinen) sammelt es sich sehr stark an. Aus Konglutin läßt sich Leucin, da Konglutin reich an Leucin ist, herstellen.

d) Tyrosin, Oxyphenylalanin,

$$C_6H_4\!<\!\begin{matrix}OH\\CH_2—CH(NH)_2—CO\cdot OH\end{matrix},$$

fällt durch seinen leichten Übergang in dunkelgefärbte Oxydationsprodukte in vielen wichtigen pflanzlichen Produkten auf. Es findet sich z. B. in Kartoffeln, besonders in *Dahlia variabilis* und in vielen anderen Pflanzen. Aus 50—60 g trockener Kürbiskeimlinge erhielten Schulze und Barbieri 0,15 g Tyrosin. Einen einfachen Nachweis des Tyrosins in Kartoffeln ergibt die von Boas und Merkenschlager (13a) ausgearbeitete Chininmethode.

Über die prozentuale Verteilung der einzelnen Aminosäuren in den einzelnen Eiweißkörpern vgl. den Abschnitt Eiweiß, wo auch über die biologische Bewertung der wichtigen Aminosäuren Lysin und Tryptophan ausführliche Angaben zu finden sind.

5. Anemonsäure, (β-) $C_{10}H_{10}O_5$, findet sich neben Anemoninsäure in den sirupartigen Mutterlaugen des Rohanemonins (27).

6. Angelicasäure, $C_5H_8O_2$, ist für das ätherische Öl von *Anthemis nobilis* angegeben (27).

7. Apfelsäure, l-Apfelsäure,

$$C_4H_6O_5 \text{ oder } \begin{matrix}C\cdot H_2—CO\cdot OH\\|\\CH(OH)—CO\cdot OH\end{matrix},$$

wurde 1775 von Scheele in Früchten von *Berberis, Sambucus, Prunus domestica* und in unreifen Äpfeln entdeckt, jedoch erst von Liebig 1833 genauer analysiert. Besonders bekannt ist die Rolle der Apfelsäure in den Succulenten, wo z. B. im Saft vom *Sempervivum Tectorum* Kalziummalat von Vauquelin 1800 entdeckt wurde. Über die Crassulaceenapfelsäure vgl. man Andre (14), Branhofer (15) und Zellner und Franzen.

Die weitverbreitete Meinung, daß Apfelsäure in Pflanzen oft vorkomme, hat Franzen (16) 1923 gründlich zerstört. Von den 235 Pflanzen, die nach Literaturangaben Apfelsäure führen sollen, bleiben nach Franzen nur noch folgende 26 übrig, davon sind elf Vorkommen wahrscheinlich, 15 sicher:

Sicher Apfelsäure führend:

Sorbus Aucuparia
Solanum tuberosum, Knolle
Artemisia absynthium, Kraut
Rheum officinale, Stengel
Prunus domestica, Zwetsche
Prunus cerasus, Sauerkirsche [1])
Cerasus caproniana, Sauerkirsche
Chelidonium majus
Beta vulgaris, Zuckerrübe
Acer saccharinum, Blutungssaft
Hippophae rhamnoides, Beere
Ribes rubrum, Johannisbeere
Oxylobium parviflorum, Kraut
Prunus avium, Süßkirsche [1])
Echeveria secunda, Blätter

Wahrscheinlich Apfelsäure führend:

Rheumarten
Prunus spinosa
Prunus cerasus, Sauerkirsche [1])
Bryophyllum calycinum
Geranium zonale, Blätter
Euphorbia resinifera
Opuntia versicolor
Rhus coriaria, Beeren, Gerbersumach.

In Rhabarberstengeln sollen sich bis 3,5% saures Kaliummalat finden, in den Succulenten und Crassulaceen findet sich 25 bis 30 % Kalziummalat der Trockensubstanz. Nach Rennie (17) enthält der Saft der australischen Johannisbeere *Leptomeria acida* bis 40 % Apfelsäure.

Äpfel enthalten im Durchschnitt 0,7 % Säure, als Äpfelsäure berechnet, Birnen meist 0,1—0,2 %, manchmal nur Spuren, in Ausnahmefällen jedoch bis zu 0,8 %, während die Früchte von *Berberis vulgaris* 6,62 % an freier Säure (als Äpfelsäure berechnet) enthalten können, und in Vogelbeeren (18) (*Sorbus aucuparia*) sind 2,5—3 % freie Säure vorhanden.

Agavenblätter (19) enthalten 8 % Apfelsäure, bezogen auf Trockensubstanz. Reichlich Kalziummalat findet sich im Blutungssaft der Birke (20) und im Safte des amerikanischen Zuckerahorns. Aus dem sich aus dem Saft niederschlagenden »sugar sand«, der zu 65—80 % aus Kalziummalat besteht, läßt sich Apfelsäure gewinnen.

Crassulaceenapfelsäure gewinnt man am besten aus *Echeveria secunda, E. glauca* und aus *Sedum purpurescens*. Die Crassulaceenblätter können bis zu 25 bis 50 % ihres Trockengewichtes an apfelsaurem Kalzium enthalten (21).

Apfelsäure stellt man am besten aus dem Safte unreifer Vogelbeeren (Ebereschen) dar; reife Vogelbeeren sind frei von Apfelsäure.

Außer dieser in der Natur gewöhnlich vorkommenden Linksapfelsäure findet sich in den Blättern von *Fraxinus excelsior* eine optisch inaktive Apfelsäure (22).

Außer in höheren Pflanzen findet sich Apfelsäure bei Pilzen, die »Pilzsäure« Braconnots ist Apfelsäure. Apfelsäure führen: *Polyporus officinalis* und *P. igniarius, Tuber cibarium, Lenzites betalinus, Psalliota campestris, Cantharellus cibarius, Amamta muscaria*. Eine Nachuntersuchung der Angaben von Franzen unter Anwendung einer ganz andern Methodik lieferten Klein (22a) und Werner. Sie untersuchten das Vorkommen von Bernstein-, Apfel-, Zitronen-, Oxal- und Weinsäure.

8. Agrostemmasäure ist ein durch Bleiazetat fällbares saures Saponin der Kornrade.

9. Arachinsäure, $C_{20}H_{40}O_2$ oder $C_{19}H_{39}$ — CO·OH, findet sich nach Goßmann (23) als Glyzerid im Fette der Erdnuß (*Arachis hypogaea*), nach Oudemanns (24) im Fruchtkern von *Nephelium lappaceum*, als Glyzerid ferner im Rüb- und Olivenöl (25), in Samen von *Schleichera trijuga* (26) und im Kakaoöl, und vermutlich noch in anderen Ölen und Fetten.

10. Baldriansäure aus der Baldrianwurzel besteht in der Hauptsache aus Isovaleriansäure, sie kommt teils frei, teils in Form von Salzen und Estern vor und findet sich häufig in Pflanzen, so in *Valeriana officinalis, Angelica, Athamanta oreoselinum, Levisticum officinale*, in den Beeren und in der Rinde von *Viburnum opulus*, in den Blüten von *Anthemis nobilis*, im *Asa foetida*-Harz, im Harz von *Thapsica garganica* und im Splint von *Sambucus nigra*. Die offizinelle Baldriansäure der Baldrianwurzel ist ein Gemenge von optisch inaktiver Isovaleriansäure und wechselnden Teilen optisch aktiver rechtsdrehender Methylazetylessigsäure. Baldriansäure $C_5H_{10}O_2$ oder C_4H_9—CO·OH heißt auch Valeriansäure, Delphinsäure. Sie findet als beruhigendes Heilmittel aus-

[1]) *Prunus cerasus* (*Cerasus capronaria* ist synonym zu *P. cerasus*) ist die Sauerkirsche, nicht, wie man vielfach irrtümlich liest, die Süßkirsche; *P. cerasus var. caproniana* wird vielfach gebaut. *Prunus avium* ist die Süßkirsche.

gedehnte Anwendung; sie ist eine ölige, unangenehm riechende, ätzend sauer schmeckende Flüssigkeit. In der Pharmazie kommt das Valeriansäurehydrat $C_5H_{10}O_2 + H_2O$ zur Anwendung (27).

11. Behensäure, $C_{22}H_{44}O_2$ oder $C_{21}H_{43}$ — CO·OH, kommt als Glyzerid im Behenöl (Samen von *Moringa oleifera*) vor. Abkömmlinge der Behensäure finden arzneiliche Verwendung (27).

12. Benzoesäure, $C_7H_6O_2$ oder C_6H_5 — CO·OH, von O. Loew (27a) in Früchten von *Vaccinium Vitis idaea* (Preißelbeere) entdeckt, findet sich teils frei, teils als Ester im Benzoeharz, im Perubalsam, Tolubalsam, Mekkabalsam, im Ilang-Ilangöl, im Waldmeister, in Blättern von *Pinguicula* (Loew und Aso), im Steinklee, in *Holcus odoratus, Anthoxanthum odoratum*, in Früchten von *Siliqua dulcis* und anderen Pflanzen. Benzoesäure dient als Antiseptikum, Antipyretikum, Expectorans bei Lungenödem, innerlich bei Urämie, zur Wundbehandlung und zur Konservierung von Nahrungsmitteln. Preißelbeeren enthalten 0,011—0,041% Benzoesäure (27).

13. Bernsteinsäure $\begin{matrix} CH_2 - CO\cdot OH \\ | \\ CH_2 - CO\cdot OH \end{matrix}$ (Butandisäure). Bernsteinsäure findet sich nach den kritischen Untersuchungen von Franzen (28) in *Artemisia absynthium* (Kraut), in unreifen Beeren von *Vitis vinifera*, im Kraut von *Atropa Belladonna*, in Blattstielen von *Rheum officinale* und *Rh. undulatum* und in Blättern von *Chelidonium majus*, im Blatt von *Rubus Idaeus* (Himbeere), in der Frucht von *Prunus avium* (Süßkirsche), in *Echeveria secunda* (Blatt), *Pirus* (*Sorbus*) *Aucuparia* (Frucht) und in vergilbenden Blättern von *Anemone nemorosa*, nicht ganz sicher ist das Vorkommen in Blättern von *Lactuca virosa* und *L. sativa* und in *Musa Basjoo*. Im freien Zustande findet sie sich im Bernstein, in einigen Braunkohlen, im fossilen Holz. Bernsteinsäure wird noch angegeben (mit großer Vorsicht zu verwerten) im Holz von *Goupia tomentosa*, in der Rinde von *Morus alba*, im Terpentin, in Zittwersamen, *Papaver somniferum, Eschholtzia californica*, in Samen von *Ricinus*, in Zuckerrüben, im Gerstenmalz, in Tomaten, als Glykobernsteinsäure in unreifen Trauben und Früchten. Ueber das Vorkommen der Bernsteinsäure vgl. auch Klein und Werner (22a).

Bei der alkoholischen Gärung bildet sich immer etwas Bernsteinsäure aus Glutaminsäure, wie F. Ehrlich nachgewiesen hat.

Bernsteinsäure wird in erheblichem Maße aus Bernstein durch Erhitzen gewonnen, und in der Analyse, in der Photographie und (als Ammoniumsalz), als Diuretikum verwendet.

14. Betuloretinsäure, Betuloresinsäure, $C_{36}H_{66}O_5$, nach Koßmann (29), $C_{36}H_{62}O_5$, nach Grasser (29a) findet sich im weißen Mehlüberzug der jungen Birkenschößlinge und auf der Oberseite der jungen Birkenblätter. Sie stellt das schweißtreibende Prinzip des Birkentees dar.

15. Blausäure, HCN, Cyanwasserstoffsäure findet sich frei nach Greshoff (30) im Fruchtkolben einiger javanischer Aroideen, ferner in allen Teilen, besonders im Samen von *Pangium edule*, in *Hydnocarpus imbrianus* und *alpinus*.

Besonders entsteht aber Blausäure aus stickstoffhaltigen Glukosiden wie Amygdalin (Prunaceen); Durrhin ($C_{14}H_{17}NO_7$), in *Sorghum vulgare;* Phaseolunatin

$$(C_{10}H_{17}NO_6 + H_2O = CNH + (CH_3)_2CO \text{ (Azeton)} + C_6H_{12}O_6),$$

Linamarin, Prunasin (Linamarin in Linum; Prunasin in *Trifolium repens*), Lotusin, Sambunigrin, Vicianin in Vicia durch enzymatische Spaltung (30a).

Amygdalin wird durch das in zahlreichen Pflanzen vorhandene Enzym Emulsin in Blausäure, Benzaldehyd und Glukose gespalten. Andere ähnlich wirkende Enzyme greifen die anderen Blausäure liefernden Glukoside an. Amygdalin findet sich besonders bei den Pomaceen und Prunaceen *Malus, Sorbus, Amelanchier, Cotoneaster, Crataegus, Cydonia, Eriobotrya, Prunus*. (Samen, auch in Rinden und Blättern.) Amygdalin- und ähnliche Glukoside führende Futter- und Nahrungsmittel können durch Blausäureabspaltung zu erheblichen Giftwirkungen führen. Der Blausäuregehalt der Rangoonbohne (*Phaseolus lunatus*), auch Javaerbse genannt, beträgt für 100 g Mehl 0,12—0,24 % und mehr. 2000 Beeren = 10 g Samen von *Sorbus aucuparia* liefer-

ten 7,29 mg Blausäure und 100 g frische Blätter von *Sambucus nigra* spalten bis 10 mg Blausäure ab. Blausäurehaltig sind die Blätter von *Ribes aureum, R. nigrum, Aquilegia vulgaris, Arum maculatum, Ipomoea dissecta,* die Wurzeln von *Jatropha Manihot* liefern beim Zerreiben mit Wasser Blausäure. Schließlich findet sich noch Blausäure in *Panicularia-* und *Tridens-*arten, sowie in *Marasmius oreades,* dem Herbstmusseron (27).

Boletsäure siehe Fumarsäure.

16. **Boswellinsäure,** $C_{32}H_{52}O_4$, bei 150° schmelzend, findet sich im Weihrauch zu 33 %.

Brenztraubensäure siehe Abschnitt Enzyme.

17. **Brenzweinsäuren,** $C_5H_8O_4$ oder $C_3H_6\begin{cases}CO\cdot OH\\CO\cdot OH\end{cases}$, finden sich z. B. als normale Brenzweinsäuren (Glutarsäure) im Rübensaft (27).

18. **Buttersäure,** $C_4H_8O_2$ oder $C_3H_7-CO\cdot OH$, bildet zwei Isomere, die normale und die Isobuttersäure. Beide finden sich in Pflanzen.

a) Normalbuttersäure (gewöhnliche Buttersäure, Gärungsbuttersäure, Buttersäurehydrat; $CH_3\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot CO\cdot OH$) kommt in alten Früchten von *Sapindus saponaria,* in *Tamarindus indica, Ginkgo biloba,* in den Blüten von *Anthemis nobilis, Arnica montana, Tanacetum vulgare,* ferner als Ester im ätherischen Öl von *Heracleum giganteum* und *Pastinaca sativa* vor.

b) Isobuttersäure,

$$\begin{matrix}CH_3\\\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH\cdot CO\cdot OH,$$

ist in den Hülsen des Johannisbrotbaumes, *Ceratonia siliqua,* neben Normalbuttersäure nachgewiesen; der Gesamtbuttersäuregehalt der Hülsen beträgt 1,3 %. Isobuttersäure findet sich ferner in der Wurzel von *Arnica montana* (27).

19. **Chelidonsäure,**

$$C_7H_4O_6 \text{ oder } CO\!<\!\begin{matrix}CH\quad C-CO\cdot OH\\\|\qquad\|\\CH\quad C-CO\cdot OH\end{matrix}\!>\!O,$$

Pyrondicarbonsäure findet sich in den Blättern von *Chelidonium majus* neben viel Apfel- und Bernsteinsäure. Sie kommt ferner in geringer Menge in der Wurzel von *Veratrum album,* in der Zwiebel von *Buphane disticha,* in *Convallaria majalis, Sabadilla officinalis,* sowie in den Blättern von *Gloriosa superba.* Die vom Rhizom von *Veratrum* angegebene »Jervasäure« ist Chelidonsäure (31).

20. **Chinasäure,**

$$C_7H_{12}O_6 + H_2O;\ C_6H_7\begin{cases}(OH)_4\\CO\cdot OH\end{cases} + H_2O,$$

ist eine wichtige Säure. Sie findet sich an Kalzium- und Chinabasen gebunden zu 5—8 % in den echten Chinarinden, ferner im Blatt und in der Rübe der Zuckerrübe (*Beta vulgaris*), in Kaffeebohnen, im Kraut der Heidelbeeren (*Vaccinium myrtillos*), in *Galium Mollugo* und vermutlich noch in vielen anderen Pflanzen. Chinasäure kommt als Kohlenstoffquelle für Pilze (32) im Nährwert fast den Zuckern gleich. Chinasaure Salze (Urosin, Lithiumsalz; Sidonal, Piperazinchinat; Urotropin = Chinotropin; Urol, chinasaurer Harnstoff) werden bei Harnleiden (33) mit Erfolg angewandt.

21. **Citronensäure (34),** $C_6H_8O_7$ oder $C_3H_4(OH)(CO\cdot OH)^3 + H_2O$. Sie ist im freien Zustande und auch an Kalium und Kalzium gebunden in der Natur weit verbreitet und vielfach von Apfel- und Weinsäure begleitet. Aus unreifen oder nicht verkäuflichen Citronen, in denen sich 7 bis 9 % freier Citronensäure neben etwas citronensauren Salzen finden, wird sie in großer Menge hergestellt.

Franzen (34) gibt als sicher 16 Citronensäure führende Pflanzen an (die Literatur führt 137 Namen!):

Tabak (Blätter), *Morus nigra* (unreife Beeren), *Adansonia digitata* (Frucht), *Pirus malus* (Stammrinde), *Richardsia scabra* (Kraut, Wurzel), *Vitis vinifera, Prunus cerasus* (Blätter), Lupinensamen, *Vaccinium Oxycoccus,* Moosbeere, *Rubia tinctorum* (Krapp, Wurzel), *Chelidonium majus,* Samen von *Pisum sativum, Vicia sativa* und *V. Faba,* Früchte von *Citrus aurantium* (Citrone), *Ribes rubrum* (Johannisbeere) und *Prunus avium* (Süßkirsche, Frucht). In großer Menge findet sich Citronensäure in nicht ganz reifen Früchten von Citrusarten. (*C. aurantium, C. medica,* Limone; *C. bergamica,* Bergamotte.)

Über die Citronensäure in Samen der gelben Lupine vgl. man Boas und Merkenschlager (35); über das Vorkommen der Citronensäure vgl. auch Klein und Werner (22a).

Gewonnen wird Citronensäure im wesentlichen aus Citronen. 1000 kg guter Citronen geben etwa 55 kg Citronensäure, der Saft von Citronen enthält etwa 7—9 % Citronensäure; 1000 kg Johannisbeeren liefern etwa 7,5—10 kg, und 1 Liter Saft unreifer Früchte von Morus enthält 26,85 g Citronensäure. Die Darstellung mit Hilfe von Citromycesarten (36, 37) ist von großem theoretischen Interesse. Auch andere Pilze erzeugen in ihrem Stoffwechsel oft große Mengen von Citronensäure (38).

Citronensäure ist ein Antiseptikum und Antiskorbutikum. Sie dient ferner zu Pinselungen bei Halsentzündungen, als erfrischendes Mittel bei fieberhaften Krankheiten, zur Bereitung von Brauselimonaden, zu analytischen und medizinischen Zwecken. Migränin und Citrophen (Antipyretikum) sind z. B. citronensäurehaltige Arzneimittel.

22. Cumarsäure, $C_9H_8O_3$ (Ortho-oxyzimtsäure), kommt nach Zwenger (39) in *Melilotus officinalis* (Steinklee, Blätter) und in den Blättern von *Angrecum fragrans* vor. Ihr Anhydrid ist das Cumarin $C_9H_6O_2$, das sich in Gräsern wie *Anthoxanthum odoratum, Hierochloa alpina* und *australis, Milium effusum*, ferner in *Angrecum fragrans*, in Orchideen wie *Orchis fusca*, in *Galium triflorum*, in *Herniaria glabra, Ruta graveolens*, im Holz von *Prunus mahaleb*, in der Wurzel von *Vitis sessilifolia*, in *Melilotus*arten, in Rinde und Blättern von *Alyxiria stellata*, in jungen Blättern von *Achlys triphylla*, an der Oberfläche der Früchte von *Myroxylon Pereirae*, in den Früchten von *Phoenix dactilifera*, besonders im Kraut des Waldmeisters, *Asperula odorata*, in *Adiantum pedatum* usw., vermutlich postmortal auf enzymatischem Wege bildet. Naturelles Cumarin wird aus Tonkabohnen gewonnen.

23. Essigsäure, $C_2H_4O_2$ oder $\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CO\cdot OH \end{matrix}$, Äthansäure Methylkarbonsäure.

Die Drüsen von *Cicer arietinum* enthalten angeblich so viel Essigsäure (neben Oxal- und Apfelsäure), daß man in Indien feuchte Leinwandtücher über die Felder zieht und später auswindet. Der ausgepreßte Saft der Tücher dient als Essig (40).

Essigsäure kommt in vielen Pflanzen vor (41), auch in Flores Koso (*Hagenia abyssinica*), die als Bandwurmmittel gelten und für die auch Oxal- und Baldriansäure angegeben wird. Essigsäure findet sich häufig zusammen mit Ameisensäure, so in Früchten von Ginkgo, im Milchsaft von Bassia (0,5 % des Materials), auch im Saft von *Sorghum saccharatum*.

24. Flechtensäuren. Von den Flechtensäuren (42) seien folgende erwähnt:

Lecanorsäure, $C_{16}H_{14}O_7$, findet sich in *Rocella tinctoria* (*R. sinensis; Arthonia decussata, A. impolita; Pertusaria lactea, Diploschistes scuposus; Lecidea ostreata;* Parmeliaarten, insbesondere *P. tinctoria* mit 25 % Lecanorsäure, *P. fuliginosa* mit 7,5 % Lecanorsäure, *P. Borreri* mit 5,5 %; *Haematomma coccineum*). Lecanorsäure ist identisch mit Lecanorin, Sordidasäure, Diploschistessäure, Parmeliasäure und Orsellsäure. Lecanorsäure wird durch Ammoniak in Orcin gespalten und ist das Ausgangsprodukt für die Herstellung von Orseillefarben.

In *Rocella tinctoria* findet sich neben Lecanorsäure noch Oxyrocellsäure $C_{17}H_{32}O_5$, Rocellsäure $C_{17}H_{32}O_4$ und Psoromsäure $C_{20}H_{14}O_9$, Rocell- und Oxyrocellsäure finden sich in fast allen Lackmusflechten und stellen Ausgangsprodukte für die Lackmusherstellung dar.

Vulpinsäure, $C_{19}H_{14}O_5$, findet sich in *Cetraria juniperina;* mit dieser Flechte tötet man in Skandinavien Füchse. *Letharia vulpina* enthält 1,5—4%, auch *Calicium chrysocephalum* enthält Vulpinsäure. Vulpinsäure wirkt schleimhautreizend, hebt die Gerinnung des Blutes auf, und ist nach Kobert ein allgemeines Plasmagift für Kalt- und Warmblütler. Ähnlich wirken Pinastrin- und Pulvinsäure.

Cetrarsäure, $C_{16}H_{10}O_4(OH)\cdot(OC_2H_5)\cdot(C\cdot OH)\cdot COOH$, ist für Hunde in großer Gabe tödlich. Kleine Mengen bewirken Kontraktionen des Darmkanals, so daß sie bei chroni-

schen Verstopfungen als Laxans angewendet wurde. Auch gegen Bleichsucht, Anämie und als appetitanregendes Mittel ist sie empfohlen worden.

Pikrolicheninsäure ist als Fiebermittel empfohlen worden.

Die zahlreichen Flechtensäuren (etwa 150) bedingen die gelbe und rote Farbe von *Xanthoria, Teloschistes Caloplaca*, die grüne von *Rhizocarpon geographicum, Acorospora*, die rote des Markteiles von *Solorina crocea*. Die Flechtensäuren, die Exkret- und Abfallstoffe sind, löst man nach Zopf am besten mit Äther oder Azeton. Oft finden sich 2—3 in einer Flechte. Für die systematische Gliederung der Flechten sind sie höchst wichtig.

25. **Fumarsäure**, $\begin{matrix} COOH\cdot C\cdot H \\ \| \\ H\cdot C\cdot CO\cdot OH \end{matrix}$

ist im pflanzlichen Stoffwechsel weit verbreitet, besonders ist sie in der Familie der Papaveraceen und Fumariaceen und bei Pilzen sehr häufig, bei den Pilzen wie Hymenomyceten, Tuberaceen, Helvellaceen, Pezizaceen meist als Kaliumsalz (43). Bei höheren Pflanzen finden sie sich insbesondere in *Fumaria officinalis, Glaucium luteum* und *Corydalis*.

Rhizopus nigricans (43 a) und *Aspergillus fumaricus* (43 b) erzeugen in ihrem Stoffwechsel aus Zucker nennenswerte Mengen Fumarsäure.

Die Boletsäure Braconnots ist mit Fumarsäure identisch (43 c). Von den Flechten führt *Cetraria islandica* Fumarsäure (43 d).

Gärungsbuttersäure siehe (Normal)-Buttersäure.

26. **Glykolsäure** (Oxyessigsäure),

$$CH_2\begin{cases} OH \\ CO\cdot OH \end{cases}$$

findet sich vielfach in Pflanzen, besonders reichlich im Zuckerrohrsaft (43e), in Rübensaft, in Blättern von *Ampelopsis hederacea*, in unreifen Weintrauben, in Tomaten, ferner soll das Kraut vom *Medicago sativa* (44) reichlich Glykolsäure enthalten.

27. **Glycirrhizinsäure** (siehe auch Saponine), $C_{44}H_{64}O_{19}$, scheint sporadisch in verschiedenen Familien vorzukommen. Die Glycirrhizinsäure, eine dreibasische Säure, $C_{41}H_{55}O_7(OH)_6(COOH)_3$, schmeckt stark süß, findet sich vielfach als Kalzium- und Kaliumsalz, so im Süßholz (*Glycirrhiza glabra, Gl. echinata*). Sie findet sich ferner in *Astragalus glycyphyllos, Periandra mediterranea, Abrus precatorius, Myrrhis odorata; Pradosia lactescens* (Sapotaceae, Monesiarinde), *Guilielma* (*Bactris*) *speciosa* (Palmae), *Polypodium vulgare, semipinnatum, indivisum*, auch für *Arachis hypogaea* (nach Hegi, Flora von Mitteleuropa) wird Glycirrhizin angegeben. Im Handel findet sich Glycirrhizinum ammoniacale (kein reines Glycirrrhizin), das zum Versüßen unangenehm schmeckender Arzneien dient. Ferner wird es als stark schäumendes Mittel in der Mineralwasserfabrikation verwandt.

Guajaksaponinsäure (saures Saponin der Guajakrinde), $C_{21}H_{34}O_{10}$, siehe Saponine.

28. **Gymnemasäure**, $C_{32}H_{55}O_{12}$, in den Blättern einiger *Gymnema*-Arten (45). Sie zerstört die Geschmacksempfindung für bitter und süß und wird Diabetikern als 1—5%iges alkoholisches Mundwasser verordnet. Auch werden Teeblätter mit einer 2%igen Lösung imprägniert. Die Gymnemasäure von *Gymnema silvestre* ist ein amorphes, in Alkohol lösliches Pulver (45 a).

29. **Hefennukleinsäure**,

$$C_{38}H_{49}N_{15}O_{29}C_4,$$

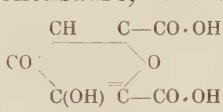
(46) wird arzneilich vielfach angewendet und ist ein wichtiges Ausgangsprodukt für viele Präparate. Sie ist bakterizid, löst Harnsäure und gilt als Kräftigungsmittel bei Anämie und Tuberkulose. Das Natriumsalz wird subkutan angewandt, um die Resistenz des Organismus gegen Infektion, namentlich bei chirurgischen Eingriffen, zu erhöhen. Spaltprodukte der Hefennukleinsäure sind Guanosin, Adenosin und Zytidin (genau so bei der Triticonukleinsäure), Levene (46). Im großen wird Hefennukleinsäure hergestellt von Böhringer, Mannheim, und E. Merck, Darmstadt.

30. **Helvellasäure**, $C_{12}H_{20}O_7$, soll die giftige Substanz der Stockmorchel, *Gyromitra esculenta* (Pers.) Fr., sein. Helvellasäure wird schon durch kochendes Wasser zerlegt (27).

Hopfensäuren (Humulon, α-Lupulinsäure, α-Hopfenbittersäure $C_{25}H_{30}O_5$ und Lupulon, β-Lupulinsäure oder β-Hopfen-

bittersäure $C_{25}H_{36}O_5$) sind keine echten Säuren, vgl. Bitterstoffe, Hopfengerbsäure $C_{25}H_{24}O_{13}$ vgl. Bitterstoffe.

31. **Mekonsäure,** $C_7H_4O_7 + 3\,H_2O$ oder



$+ 3H_2O$,

Oxychelidonsäure findet sich im Milchsaft von *Papaver somniferum, P. Rhoeas* (47) und wird aus dem bei der Morphindarstellung gewonnenem mekonsaurem Kalzium hergestellt.

32. **Milchsäure,** Äthylidenmilchsäure, Gärungsmilchsäure, r-Milchsäure, α-Oxypropionsäure

$$CH_3—CH<^{OH}_{CO\cdot OH}$$

findet sich reichlich in Blättern der Himbeere (48) (*Rubus Idaeus*). Bei bakteriellen Gärungen entsteht oft reichlich Milchsäure, so daß sie auf dem Gärungswege gewonnen wird.

Von Pilzen bildet *Rhizopus chinensis* Milchsäure (49).

33. **Myronsäure** bzw. myronsaures Kalium $C_{10}H_{16}KNS_2 + H_2O$ (Sinigrin) in Samen von Cruciferen (*Sinapis, Brassica*, in der Wurzel von *Cochlearia armoracia)* wird aus Senfsamen gewonnen und durch das Enzym Myrosin (s. d.).

34. **Nikotinsäure** findet sich in der Reiskleie (50). S. a. Vitamine.

35. **Ölsäure,** $C_{18}H_{34}O_2$ oder $C_{17}H_{33}$—CO·OH, Oleinsäure, Elainsäure kommt als Glyzerinester — Triolein — in fast allen Fetten vor. Reich an Ölsäure sind die nicht trocknenden Öle wie Mandelöl und Olivenöl (27), siehe Fette und Öle.

36. **Oxalsäure**

$$C_2H_2O_4 + 2\,H_2O \text{ oder } \begin{matrix} CO\cdot OH \\ | \\ CO\cdot OH \end{matrix} + 2\,H_2O$$

Kleesäure, Sauerkleesäure, »Zuckersäure«, Äthandisäure ist im Pflanzenreich in Form ihrer Salze, Kalium- und Kalziumsalze (51) reichlich verbreitet. Im freien Zustande scheint sie selten zu sein.

Oxalsäure findet sich frei in *Boletus sulfureus* und *igniarius* und in anderen Pilzen, gelöste oxalsaure Salze der Pilze haben z. B. Hamleth und Plowright (52), sowie Tripler angegeben. Im Stoffwechsel vieler Pilze [*Aspergillus* (53), *Peziza* (54) *sclerotiorum* (*Sclerotinia Libertiana* Fmk.), *Citromyces* (3 a), *Mucor Rouxii*] findet sich oft reichlich Oxalsäure.

In höheren Pflanzen ist Kalziumoxalat in Form von Einzelkristallen, Drusen, Kristallnadeln (Rhaphiden) und Kristallsand in Zellen, in Zellmembranen, sogar in Aleuronkörnern (Radlkofer) weit verbreitet, eine andere Form ist die des Vorkommens als saures Kaliumsalz.

Im Sauerampfer (*Rumex*) fand Fleury (55) 1,11% der Frischsubstanz der grünen Teile an Oxalsäure. Der Oxalsäuregehalt der als Gemüse gegessenen Rheumarten (Blattstiele blühender Pflanzen) beträgt im Mai etwa 0,228% löslicher Oxalate (Kaliumsalz) als Oxalsäure berechnet; die Blätter sind besonders reich an Oxalsäure. Kakteen, wie *Pilocereus senilis,* enthalten zwischen 80—90% der Trockensubstanzen Kalziumoxalat. *Mesembryanthemum crystallinum* und *Seelum azureum* sind ebenfalls sehr oxalatreich.

Manche Rinden enthalten große Oxalatmengen. Eukalyptusrinden führen bis über 10% an Kalziumoxalat; *Shorea robusta* 8—10%; Zimtrinde vom wilden Ceylonzimt bis 6,62%. Die saponinhaltigen Waschrinden (Quillajarinde) sind sehr oxalatreich, was zu Verletzungen feiner Gewebe führen kann [Kobert, Netolitzky (56)].

Als Kaliumsalz findet sich Oxalsäure in *Rumex, Oxalis* (daher der Name), Rhabarber, in *Geranium acetosum, Spinacia oleracea, Phytolacca decandra, Atropa Belladonna, Mesembryanthemum,* als Natriumsalz in *Salsola* und *Salicornia,* als Magnesiumsalz in der Epidermis der Paniceen.

Arm an Oxalaten sind die Familien der Cruciferen (57); Gramineen, Moosen scheint Oxalsäure überhaupt zu fehlen. Über den mikrochemischen Nachweis der Oxalsäure siehe Klein und Werner (22 a).

Ungemein reich an Oxalaten sind die Flechten. *Pertusaria* (58) enthält 47%, *Chlorangium Jusuffii* über 65% der Trockensubstanz an Kalziumoxalat und *Lecanora* (59) *esculenta* (die eßbare, zu Brot und Mehlersatz verwendete, Mannaflechte) 66%. Durch Verwesung von Flech-

ten ist das als Whewellit oder Tierschit bezeichnete Mineral entstanden, ebenso dürfte der aus Eisenoxyduloxalat bestehende Oxalit oder Humboldtin, der in Braunkohlenlagern vorkommt, vegetabilischen Ursprungs sein.

37. Weinsäure

$$C_4H_6O_6, \begin{pmatrix} CH(OH)—COOH \\ CH(OH)—COOH \end{pmatrix}$$

Dioxybernsteinsäure stellte 1769 Scheele aus Weinstein her. Sie ist eine weit verbreitete Pflanzensäure und bei außerordentlich vielen Phanerogamen nachgewiesen. In den meisten Obstsäften spielt aber nicht die Weinsäure die Hauptrolle, wie man früher gern annahm, sondern Apfel- und Zitronensäure. Als Rechtsweinsäure findet sie sich im rohen Weinstein; dem Weinstein sind übrigens kleine Mengen Traubensäure [(d, l)-Weinsäure] und Kalziumsalze der Weinsäure beigemischt.

Außer im Weinstein, dem Hauptprodukt für die Weinsäureherstellung, findet sich Weinsäure teils frei, teils in Form von Kalium- und Kalziumsalzen in der Natur (nach Literaturangaben) häufig, nach Franzen (siehe weiter unten) sind diese 82 Angaben sehr unzuverlässig; es bleiben nach Franzen nur 6 übrig. Klein und Werner (22a) geben als sicher an: Blatt und Beere von *Vitis vinifera,* das Fruchtfleisch von *Berberis vulgaris* und die Beeren von *Solanum lycopersium* (Tomate).

Da die Weintrauben die Hauptlieferanten der Weinsäure des Weinsteins sind, folgt hier im Anschluß an Wortmann (60) eine Angabe über den Gehalt der Trauben an Weinsäure und zum Vergleich an Apfelsäure:

	Beereninneres	Beerenschale (Hülse)
Weinsäure .	0,4—0,6—1,0%	sehr wenig
Apfelsäure .	0,1—0,5—1,5%	wenig

Es ist übrigens wahrscheinlich, daß schon in den Traubenbeeren kleine Mengen von Traubensäure sich finden, da der Weinstein immer kleine Mengen d-l-Weinsäure (Traubensäure) enthält.

In Blättern von *Vitis* fand Petit (61) 13—16 g Weinsäure auf 1000 g. Weinsäure findet sich ferner in der Pulpa von Leguminosenfrüchten wie *Dialium nitidum, Tamarindus indica* neben Apfel- und Citronensäure. Auch in Vogelbeeren, im Blutungssaft von *Acer saccharinum,* in unreifen Zuckerrüben und in den Wurzeln von *Euonymus europaea* ist sie gefunden (62), ebenso in Pilzen wie *Cantharellus cibarius* und in Flechten wie *Jeorina sordida* und *Usnea barbatas.*

Als Ausgangsmaterial für Weinsäurebereitung dient hauptsächlich der rohe Weinstein und die Weinhefe, die oft 20 bis 30% Weinstein enthält. Roter Weinstein kommt als roter (aus Rotwein) und als weißer Weinstein — tartarus ruber und tartarus albus — in den Handel. Die harten, oft Hefe, Sand und Holzreste (von den Fässern) enthaltenden Krusten des Weinsteins enthalten 80—85% Monokaliumtartrat, $C_4H_5O_6K$, 2—20% Kalziumtartrat, kleine Menge Traubensäure.

Reich an Kalziumtartrat sind einzelne französische und spanische Weinsorten.

Durch Umsetzung mit Kalziumkarbonat erhält man Kalziumtartrat, aus diesem wird durch Umsetzen mit Schwefelsäure Weinsäure in Freiheit gesetzt. Weinsäure dient zu arzneilichen Zwecken, zur Herstellung von Limonaden, Brausepulvern, als Reagens auf Kaliumsalze und als Beize in Färberei und Druckerei.

38. Zimtsäure $C_6H_8O_2$ oder $C_6H_5 \cdot CH = CH \cdot CO \cdot OH$ Phenylacrylsäure.

Sie kommt teils frei, teils in Gestalt von zusammengesetzten Estern vor im Storax, im weißen Perubalsam, im echten Perubalsam, im Toluabalsam, frei in gewissen Sorten von Benzoeharz, im Kraut von *Scrophularia nodosa* (63), in Blättern und Zweigen von *Globularia* (64) *alypum* und *Gl. vulgaris,* in den Blättern von *Eucianthus* (65) *japonicus, Thea sinensis* (66) und in den Rückständen der Kokaingewinnung (67).

Zur Darstellung natureller Zimtsäure geht man von Storax aus, der mit überschüssiger 15%iger Natronlauge ausgekocht wird. Aus dem Filtrat scheidet man die Zimtsäure mit Salzsäure aus.

Zimtsäure findet arzneiliche Anwendung und dient auch als ein Ausgangsmaterial zur Darstellung des künstlichen Indigblaus.

Cinnamomum Cassia Bl. (*C. aromaticum*) enthält in Blättern 1 % freie Zimtsäure.

III. Literatur.

1. Eine kritische Darstellung über das Vorkommen vieler organischer Säuren gibt Franzen (und Mitarbeiter). Biochem. Ztschr. **135** (1923), 183, Kritik des gesamten Apfelsäurevorkommens; ebenda **135** (1923), 384, die gesamte Zitronensäureliteratur; **136** (1923), 327, Kritik der Bernsteinsäureliteratur; **136**, 384, Kritik der Weinsäureliteratur. Ferner Zs. f. phys. Ch. **116**, **119** (Apfelsäure in Vogelbeeren); **122**, Säuren in Prunus avium; ferner **122**, **127**, **129** (1921—1923). Vgl. ferner Klein und Werner (22a).
2. Peschier, Trommsdorffs N. Journ. Pharm. **3** (1821), I. 93.
3. Linderos, Ann. **182** (1876), 365.
4. Wicke, ebenda **90** (1854), 98.
5. Baup, ebenda **77** (1851), 293.
6. Zanon, ebenda **58** (1846), 31.
7. Lippmann, Ber. Chem. Ges. **12** (1879), 1650.
8. Behr, ebenda **10** (1877), 351.
9. Masing, Arch. der Pharm. **206** (1875), 111.
10. Jahns, ebenda (1883), 262.
11. Bergmann, Bot. Ztg. (1882), 731.
12. Curtius u. Franzen, Ann. **390** (1912), 89; Ber. Chem. Ges. **45** (1915), 1715. Siehe auch Czapek, Biochemie der Pflanzen, 3. Bd., 2. Aufl. (1921), 95.
13. Über Aminosäuren vgl. außer Czapeks Biochemie der Pflanzen:
    Schulze u. Umlauft, Landw. Versuchsstation **18** (1875), 1.
    Schulze, Journ. f. prakt. Chemie **27** (1883), 340.
    Ehrlich, F., in Abderhalden, Handbuch der Biochem. Arbeitsmethoden **7** (1913), 75. (Glutaminsäure, Leucin, Isoleucin).
    Schulze, Journ. f. prakt. Chem. **20** (1895), 327 (Glutamin).
    Lippmann, Ber. D. Chem. Ges. 17 (1884), 2837, Leucin.
    Abderhalden in Abderhaldens Biochem. Arbeitsmethoden **2** (1910), 471; Glutaminsäure aus Gliadin.
    Schulz u. Winterstein in Abderhaldens Biochem. Arbeitsmethoden **2** (1910), 510.

13a. Ueber Tyrosin: Boas und Merkenschlager, Biochem. Ztschr. **155** (1925) 197.

14. Andre, C. R **140** (1905), 1708.
15. Branhofer u. Zellner, Ztschr. f. phys. Chem. **109** (1920), 12.
16. Franzen u. Keyssner, Biochem. Ztschr. **135** (1923), 183.
17. Rennie, Pharm. Ztrlh. (1885), 571.
18. Liebig, Pogg. Ann. **28** (1833), 195.
19. Zellner, Ztschr. f. phys. Chem. **104** (1918), 2.
20. Lænz, Ber. Pharm. Ges. **19** (1909), 332.
21. Kraus, Gr., Abh. naturf. Ges. Halle. **16** (1886), 393; s. a. Branhofer u. Zellner (15).
22. Gintl, Jahresber. Chem. (1886), 800.

22a. Klein, G., und Werner, O., Ztschr. f. physiol. Chem. **143** (1925) 141.

23. Goßmann, Ann. **89** (1854), 1.
24. Oudemanns, Journ. f. prakt. Chem. **99** (1866), 417.
25. Rüböl, Ponzio, ebenda (2) **48** (1893), 487; Olivenöl: Holde, Ber. Chem. Ges. **38** (1905), 1258.
26. Arch. d. Pharm. (1891), 188; Kakaoöl: Traub, Ber. Chem. Ges. 16 (883), 1103.
27. Schmidt, Lehrbuch der pharmaz. Chemie. 6. Aufl., 2 Bd. (1922/23).

27a. Loew, Journ. prakt. Chem. (1879).

28. Franzen, Biochem. Ztschr. **136** (1923), 327.
29. Koßmann, Jahresber. Chem. (1854), 613.

29a. Grasser, Chem. Ztrbl. (1912), I, 269; (1917), I, 413.

30. Greshoff, Ber. D. Chem. Ges. **23** (1890), 3549.
    a) Amygdalinverbindung Rosenthaler, Arch. Pharm. **250** (1912), 298.
    Lokalisation von Amygdalin und Emulsin: Guignard, C. R. **110** (1890), 477.
    Durrhin aus Sorghum und Eleusine: Raybaud, Soc. Biol. **74** (1913), 116.
    Vicianin: Bertrand, C. R. **147** (1908), 252; **151** (1910), 325 u. 384.
31. Probst, Ann. **29** (1838), 117; Lietzmann, Diss. Erlangen (1878); Schmidt, E., Arch. Pharm. **224** (1886), 513 (Samen von Sabadilla), **258** (1920), 56.
32. Schon Nägeli kannte den hohen Nährwert der Chinasäure für Pilze. Vgl. Boas, Beihefte Botan. Ztrbl. I, **36** (1919), 177.
33. Mercks Jahresber. 1899—1902; 1904.
34. Franzen u. Hallwert, Biochem. Ztschr. **135** (1923), 384. Hier die ganze Zitronensäureliteratur der grünen Pflanzen behandelt.
35. Boas u. Merkenschlager, Die Lupine, Berlin (1923).
36. Wehmer, C., Ber. Chem. Ges. **27** (1894), 444; Chem. Ztg. (1897), 1022; (1909), 1201; Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze, I (1893); Chem. Ztg. **37** (1913), 37 u. 1393.
37. Herzog u. Polotzky, Ztschr. f. phys. Chem. **59** (1909), 125; Martin, Jahrb. Leistung chem. Technol. (1917), **63**, II (1918), erhielt bei Citromyces Tollensianus bis 43% des Zuckergewichtes an Zitronensäure.
38. Molliard, C. R. **168** (1919), 360. Aspergillus niger bildet außer Oxal- auch reichlich Zitronensäure. Currie, J. N. Journ. Biol. Chem. **31** (1916), 15.
39. Zwenger, Ann. Suppl. 8 (1872), 30.
40. Hegi, H., Illustr. Flora von Mitteleuropa, Leguminosenband, 1501.
41. Bergmann, Botan. Ztg. (1882). Zusammenstellung des Vorkommens von Essig- und Ameisensäure.
42. Zopf, Die Flechtenstoffe. Jena (1907).
    Hesse, O., Flechtenstoffe in Abderhaldens Biochem. Handlexikon. **7** (1910), 32.
    Sanha, Mikrokosmos **2** (1917/18), 122.
    Molisch, Mikrochemie der Pflanzen (1923).
    Tunmann, Pflanzenmikrochemie (1913).
    Czapek, Biochemie der Pflanzen, 2. Aufl., 3. Bd., 381—402 (1921).

43. Zellner, Monatsh. Chem. **27** (1906); Herrmann, Chem. Ztg. **37** (1913), 206.
a) Ehrlich, F., Ber. Chem. Ges. **44** (1911), 3737;
b) Wehmer, C., Chem. Ztrbl. I (1919), 664;
c) Bolley, Ann. **86** (1853), 44;
d) Pfaff, Berzelius Jahresber. **7** (1826), 216;
e) Shorey, Journ. Am. Chem. Soc. **21** (1898), 45.
44. Euler u. Bolin, Ztschr. f. phys. Chem. **61** (1909), 1.
45. Hooper, Chem. News **59** (1889), 159; Power u. Tutin, Pharm. Journ. (4) **19** (1904), 234.
45a. Mercks Ber. (1891, 1893, 1897, 1905).
46. Steudel u. Mitarbeiter, Ztschr. f. phys. Chem. (1922/23), 120—127; Thannhauser, ebenda 91, 95, 100, 101; Levene in Abderhalden, Biochem. Arbeitsmethoden **5** (1911), 489.
47. Sertuerner, Trommsdorffs Journ. Pharm. **13** (1805); Entdecker der Mekonsäure. Darstellung und Farbenreaktionen Valentini, Boll. Chim. Farm. **44** (1905), 273. Mikrochem. Nachweis Tunmann, Apotheker-Ztg. **31** (1916), 499.
48. Franzen u. Stern, Ztschr. f. phys. Chem. **115** (1921), 270.
49. Saito, K., Bakteriol. Ztrbl. I, **29** (1911), 289.
50. Suzuki, Chem. Ztrbl. (1913), I, 1036.
51. Kohl, Kalksalze und Kieselsäure in den Pflanzen (1889).
52. Hamlet u. Plowright, Chem. News **36** (1877), 93; Tripler, Journ. de Pharm. **24**, 638; Fritsch, Arch. d. Pharm. (1889), 193.
53. Wehmer, C., Bot. Ztg. (1891); Biochem. Ztschr. **59** (1913), 63; Ber. Bot. Ges. **24** (1906), 381.
54. De Bary, Bot. Ztg. (1886); J. C. Cooley, Ann. Missouri Bot. Gard. **1** (1914), 291.
Über Oxalsäure s. ferner: Butkewitsch, Biochem. Ztschr. 129 (1922), 464.
Elfving, Finska Vetensk. Soc. Vorhandl. **61**. Aftel A. Nr. 15 (1918/19).
Boas, Beihefte. Bot. Ztrbl. **36** (1919), Abt. I, 135. Unterdrückung der Oxalsäurebildung.
55. Fleury, Rep. Pharm. (3) **11** (1899), 388.
56. Netolitzky, Biochem. Ztschr. **93** (1919), 226; Oxalatkristalle aus Cortex Quillajae, aus Saponaria und Rheum.
57. Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen.
58. Braconnot, Ann. Chim. et Pharm. (2) **28** (1825), 318.
59. Goebel, Schweigg. Journ. **60** (1830), 393; Errera Bull. Acad. Roy. Belg. (3) **26**, Nr. 7 (1893).
60. Babo u. Mach, Kellerwirtschaft, herausgegeben von Wortmann, Berlin (1921).
61. Petit, Ber. Chem. Ges. **6** (1873), 1313.
62. Franzen u. Helwert, Biochem. Ztschr. **136** (1923), 291; läßt von den 82 angegebenen Weinsäurevorkommen nur bestehen Vitis, Beta, Tamarindus, Acer sacch., Sorbus aucoparia und vielleicht das Holz von *Quercus pedunculata*.
63. Koch, Arch. d. Pharm. (1895), 48.
64. Heckel u. Schlagdenhauffen, Ann. Chim. et Phys. (5) **28** (1883), 67.
65. Ber. Chem. Ges. **20** (1887), Ref. S. 66.
66. Weppen, Arch. Pharm. **202** (1874), 9.
67. Frankfeld, Ber. Chem. Ges. **22** (1889), 133; Blätter von *Erythroxylon Coca*.

F. Boas.

Saponine.

(F. Boas.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Saponinsubstanzen und Saponinpflanzen	1812
II. Systematik	1818
1. Musci	1818
2. Gnetaceae	1818
3. Araceae	1818
4. Liliflorae	1818
5. Palmae	1819
6. Orchidaceae	1819
7. Graminae	1819
8. Moraceae	1819
9. Chenopodiaceae	1819
10. Amarantaceae	1820
11. Phytolaccaceae	1820
12. Basellaceae	1820
13. Portulacaceae	1820
14. Aizoaceae	1820
15. Coryophyllaceae	1820
16. Primulaceae	1820
17. Menispermaceae	1821
18. Magnoliaceae	1821
19. Ranunculaceae	1821
20. Myristicareae	1821
21. Capparidaceae	1821
22. Cruciferae	1821
23. Saxifragaceae	1821
24. Leguminosae	1821
25. Violaceae	1822
26. Linaceae	1822
27. Elaeocarpaceae	1822
28. Euphorbiaceae	1822
29. Theaceae	1822
30. Lecythidiaceae	1823
31. Araliaceae	1823
32. Umbelliferae	1823
33. Loranthaceae	1823
34. Zygophyllaceae	1823
35. Rutaceae	1823
36. Polygalaceae	1823
37. Rhamnaceae	1823
38. Hippocastanaceae	1823
39. Sapindaceae	1824
40. Sapotaceae	1824
41. Styracaceae	1824
42. Asclepiadaceae	1824
43. Myrsinaceae	1824
44. Solanaceae	1824
45. Scrophulariaceae	1824
46. Verbenaceae	1824
47. Labiatae	1824
48. Rubiaceae	1824
49. Caprifoliaceae	1827
50. Dipsacaceae	1827
51. Cucurbitaceae	1827
52. Compositae	1827
III. Anhang	1827
IV. Literatur	1827

I. Saponinsubstanzen und Saponinpflanzen.

Fast alle Saponine gehören zu den Glukosiden, nur einzelne Glieder sind stickstoffhaltige Glukoalkaloide und stellen einen Übergang zwischen Glukosiden und Alkaloiden dar. Hierher gehört das in der Solanaceenfamilie weitverbreitete Solanin; ein weiteres stickstoffhaltiges Saponin soll sich in *Medicago sativa* finden. Vgl. den systematischen Teil.

Die Saponine schäumen in wässriger Lösung meist sehr stark wie Seife (sapo, daher der Name) und lösen in fast allen Fällen rote Blutkörperchen auf, so daß Hämolyse eintritt. Bei der Hydrolyse zerfallen sie in zwei Körper, nämlich 1. in ein bis mehrere Kohlenhydrate und 2. in eine bis mehrere hydroxylhaltige Verbindungen der aromatischen Reihe, in Aglukone, in die sogenannten Sapogenine.

Nach den bei der Hydrolyse abgespaltenen Kohlehydraten unterscheidet man Hexosid-, Pentosid-, Methylpentosid-Glukuronoid- und Galakturonoidsaponine und ferner solche mit verschiedenen Kohlenhydratkomponenten.

Wie Kiliani schon andeutete, aber erst Sieburg (1) und dann van der Haar (2) bewiesen, besitzen die Saponine einen Terpenkern.

Beim Kochen mit Säuren entstehen die Sapogenine, die auch hämolysieren können. Diese Saponine spalten aber bei weiterer energischer Säurehydrolyse nochmals Zucker, meist Pentosane, ab. Kobert bezeichnet daher diese so entstehenden Sapogenine als Anfangssapogenine, Rosenthaler (2 b) als Prosapogenine.

Die Giftigkeit bzw. die Wirksamkeit der Saponine beruht auf ihrer Eigenschaft, mit Lipoiden und Cholesterin mehr oder weniger feste Verbindungen einzugehen und so die Zellstruktur oft erheblich zu

ändern. Das Cholesterin der roten Blutkörperchen bindet sich nämlich sehr fest mit Saponinen, so daß das Gerüst der Blutkörperchen zerstört wird und Hämolyse eintritt.

Auch mit Lecithin geht Saponin Bindungen ein, Lecithinemulsionen werden aufgehellt, »gelöst«. Auf dieser Beziehung der Saponine zu den Lipoiden der Zelle beruht ein großer Teil der heftigen Saponinwirkungen [s. Boas (3), woselbst reichlich Literatur über Saponinwirkungen angegeben ist]. Mit Ölen, wie Oliven-, Mandelöl usw., ebenso mit fettsauren Salzen geben die Saponine Adsorptionsverbindungen und Fällungen, was weiter die physiologische Wirkung erklärt.

Auf Fische wirken sie ungemein giftig, saponinhaltige Pflanzen sind allbekannte Fischfangpflanzen, man vergleiche die Arbeiten von Kobert (4), Greshoff (5), Schaer (6). Auch für Kaulquappen sind sie giftig.

Beim Menschen erzeugen sie eingeatmet als Pulver heftigen Nießreiz und Kratzen im Hals. Subkutan eingespritzt bewirken sie heftige Schmerzen und sterile Eiterung [Kobert (4)]. Da sich Saponine in vielen Gemüsepflanzen finden, wenn auch meist nur in geringer Menge, so hat Kobert (4a) den Begriff der Nahrungs- und Genußmittelsaponine eingeführt.

Diese saponinhaltigen Gemüse befördern die Darmperistaltik und die Herztätigkeit. Gemüse mit Saponingehalt sind z. B. die Bete (*Beta vulgaris*), Spinat (*Spinacia oleracea*), Erdbeerspinat (*Blitum capitatum* und *virgatum*), der wilde Spinat (*Atriplex hortensis*), der englische Spinat (*Rumex Patentia*), der Spargelspinat (*Chenopodium Bonus Henricus*), der neuseeländische Spinat (*Tetragonia expansa*), der Kubanische Spinat (*Claytonia cubensis*), Malabarspinat (*Basella alba*), brasilianische Spinat (*Talinum paniculatum*), südamerikanische Spinat (*Phytolacca esculenta*), chinesische Spinat (*Amarantus oleraceus*) und die Reismelde (*Chenopodium Quinoa*). [Vgl. hierzu Kobert (4c).]

In der zu den Chenopodiaceen gehörenden Zuckerrübe haben die Saponine eine erhebliche Bedeutung. Sie sind eingehend untersucht von Kobert (4b), Ehrlich und andern. Auch ihre Wirkung auf die Hefezelle kommt nach eigenen Versuchen der üblichen Saponinwirkung nahe. Über die Saponine der Zuckerrübe vgl. man insbesondere Blanchards [bei Kobert (4a I, 10)].

Die Saponine finden ferner Verwendung zur Erzeugung starker Schäume. Als Waschmittel sind Saponinsubstanzen seit altersher von hervorragendem Wert, namentlich beim Reinigen feiner Gewebe und farbiger Tücher. Waschhölzer oder Waschrinden (Quillayasaponin) und Waschnüsse spielen bei Naturvölkern eine große Rolle. Waschnüsse stammen von Sapindusarten; die Meerbohne (*Entada scandens*) dient in drei Weltteilen als Waschmittel. Das Wollwaschkraut des Altertums (*Herba Lanariae*), die levantinische oder ägyptische Seifenwurzel (*Radix Saponariae albae*) und *Lychnis chalcedonica* (*Herba Lychnidis chalcedonicae*, »Tartarenseife«), sind weitere Beispiele für wirksamen Seifenersatz. Die Wirkung der Saponine beruht auf ihrer Eigenschaft, Fette emulgieren zu können, wodurch sie wertvolle Waschmittel werden. Schon die Eingeborenen Südamerikas kannten diese Eigenschaft saponinhaltiger Rinden. Das Quillayasaponin hat seinen Namen von dem Zeitwort »quillean«, waschen. Eine Übersicht über Verwendung der Saponine als Seifenersatz gibt Weiß (5a).

Saponine verhindern das Absetzen und Zusammenballen feiner Niederschläge, so daß auch Entmischung trüber Lösungen oder Emulsionen nicht eintritt. Lebertran und Fettemulsionen werden durch Saponinzusatz vor Entmischung bewahrt. Kobert (4, S. 4) schlug für Limonaden statt des namentlich in Frankreich viel benutzten Quillayarindensaponins das ganz harmlose, weil in vitro kaum hämolysierende Chamaelirin von *Chamaelirium luteum* = *Helonia dioica* (Liliaceae) vor. Teer usw. läßt sich durch Saponin emulgieren, und das bekannte Haarmittel Javol enthält Saponin als Emulgierungsmittel.

Im Laboratorium spielen einzelne Saponine, besonders Digitonin bei der Bestimmung der Cholesterine nach Windaus (7) und der Phytosterine nach G. Klein (8) eine beträchtliche Rolle. Auch Brunswick (8) studierte die Digitoninmethode. Ebenso dienen viele Saponine zu Hämo-

lyseversuchen. Bei Pflanzen kann je nach der Versuchsanstellung durch Saponine teils eine beträchtliche Steigerung des Stoffwechsels bzw. der Gärung [Boas (3)] oder der Keimung [Traube und Rosenstein (9)] oder der Plasmaströmung (Seifriz) oder auch eine Hemmung der Keimung erzielt werden [Siegmund (10)]. Die Keimungs- und Gärungsförderung beruht auf der Beziehung der Lipoide zu den Saponinen, Hemmungen beruhen wohl meist auf zu starker Dosierung der angewandten Saponinmengen, auch auf dem verschiedenen Alter und Reifegrad der verwandten Samen. Die bis jetzt in der Literatur vorliegenden Versuche über Keimungshemmung durch Samen müssen also mit einiger Vorsicht verwertet werden, wie einzelne Nachprüfungen im Weihenstephaner Laboratorium [Kanzler (10a)] ergaben. Daß gerade ölhaltige Samen durch Saponine in der Keimung bei richtiger Dosierung gefördert werden müssen, ist die Konsequenz meiner (Boas) Anschauungen. Tatsächlich finden auch Curini und Galetti (10b) eine Förderung der Keimung ölhaltiger Samen durch Saponin.

Infolge der Cholesterin- und Lipoidbeziehung der Saponine werden Saponine von isolierten Körperzellen festgehalten, wobei eine nennenswerte Quellung der isolierten Zellen eintritt [Schreuder (11)]. Im Darmtrakt werden sie durch Enzyme mehr oder weniger gespalten, daher erscheinen nach Saponinfütterung Sapogenine im Kot [Bäck (12)]. Innerlich gereichte Saponine vermehren den Harn [Kobert, ferner Flieger (13)]. Die gewöhnlichen Enzyme, wie Malzdiastase, spalten nach Brandl und Mayr (14) Saponine nicht.

Saponinhaltige Nährböden liefern eigenartige Tuberkelbazillen, die nach Dostel nicht mehr säurefest sind, aber Tiere gegen normale Tuberkelbazillen immunisieren. Dieses Tuberkolesevakzin ist unter dem Namen Tebecin im Handel [Dostel (14a); Merck (14b)].

In der Medizin spielen die Saponine eine große Rolle, namentlich sind zahlreiche Volksmittel (Tee) saponinhaltig. Solche Arzneien und Volksmittel wirken hustenmildernd und harntreibend. Ononistee wirkt auch bei chronischen Ekzemen sowie bei hartnäckigem Hautjucken. (Henggeler bei Kobert 4a I, 63, 1916.) Auch auf *Flores Verbasci* sei hier hingewiesen. (Mattheides bei Kobert 4a I.) Als Schweiß- und Syphilismittel waren lange berühmt folgende saponinhaltige Drogen und Pflanzen: die Pockenwurzel *Smilax china* L., der Holztee (Guajakholz, *Guajacum*, siehe systematische Übersicht). Im Jahre 1508 kam die erste Guajakholzsendung nach Spanien und 1517 rühmte sich der kaiserliche Leibarzt Leopold Poll, 3000 Menschen von der Syphilis mit Guajaktee geheilt zu haben. Vor dem Auftauchen des Guajakholzes waren die Sarsaparillwurzeln (Stammpflanzen verschiedene *Smilax*-Arten) als Antisyphilitikum ihres Saponingehaltes wegen in großem Ansehen.

Convallaria-Saponin scheint bei Herzklappenfehlern gute Dienste zu leisten (aus Hirschberg bei Kobert 4a II, 1917).

Saponinzusatz zu Bädern hat sich bewährt bei Hautkrankheiten, bei Skrofulose und Bleichsucht. Auch auf Bandwürmer wirken saponinhaltige Drogen ein. Die Querstreifung der Muskeln wird durch Saponineinwirkung undeutlich. Auch bei Rheumatismus wirken viele saponinhaltige Drogen (Holztee), ebenso regen sie die Speichel- und Harnsekretion an. Über die sonstige medizinische Verwendung der Saponine vgl. man die Realenzyklopädie der Heilkunde, 4. Aufl., Bd. 13, unter Saponin.

Für die Isolierung der gewöhnlichen Saponine kommt ihre leichte Wasser-, Methyl- und Äthylalkohollöslichkeit in Betracht. Dagegen lösen sich die sogenannten Saponinsäuren nur in alkalisch gemachtem Wasser als Alkalisalze. Aus der wässrigen Lösung werden sie durch Mineralsäuren niedergeschlagen. Solche Saponinsäuren (Saponoide der Franzosen) sind z. B. Konvallarinsäure (nach Hirschberg bei Kobert 4a II, 1917), Äsculinsäure der Roßkastanie, Caincasäure aus *Chiococca bracchiata*, Randiasäure aus *Randia dumetorum*, Strophantinsäure aus *Strophantus gratus*, Jegosaponin und viele andere.

Die wasserlöslichen Saponine werden nach Kobert (4) teils durch Ammoniumsulfat, teils durch Bleiazetat bzw. basisches Bleiazetat gefällt und mit

Schwefelwasserstoff umgesetzt [vgl. die Arbeitsmethoden bei Kobert (4, 4a), Sieburg (1a)].

Die Fällung wässriger Saponinauszüge mit Barythydrat hat schon Rochleder 1862 angegeben. Diese Methode liefert aber oft chemisch und physiologisch veränderte Saponine, wie schon Kobert fand und später Kawashima (14c) bestätigte.

Technisch wird Saponin aus einheimischen Pflanzen, z. B. aus Roßkastanien gewonnen, indem man die gemahlenen Samen mit Benzin entfettet, mit Wasser oder 50—70 %igem Alkohol oder Methylalkohol auszieht und den Extrakt unter Rühren zur Trockne verdampft und das erhaltene Rohsaponin weiter reinigt. Die Entfärbung und Enteiweißung erfolgt z. B. nach D. R. P. 116591 mit Formalin. Reinigung mit Bleihydrat wendet D. R. P. 144760 an. Die Herstellung von Saponin aus dem Guajakbaum erfolgt nach D. R. P. 156954, aus grünen Spargelbeeren bereitet D. R. P. 904706 und aus Zellstofflauge D. R. P. 311139 Saponin. Auch D. R. P. 314877 der Billwärder Seifen- und Glyzerinfabrik befaßt sich mit Saponingewinnung. Die meisten Handelssaponine sind nach Merck (6b) mehr oder weniger kohlenhydrathaltig; reine Saponine erhält man nur nach der kostspieligen Tannatmethode.

Zum Nachweis der Saponine dienen folgende Reaktionen:

1. Das Schaumvermögen;
2. die Farbenreaktion mit Schwefelsäure:
3. die Lipoid- und Cholesterinreaktion;
4. das Hämolysiervermögen.

Das Schaumvermögen der Saponine ist eine charakteristische Eigenschaft und kommt selbst schwerlöslichen zu. Schon kleine Mengen Saponine, wie sie in Bruchstücken von Blättern und Früchten enthalten sind, schäumen in Wasser oft sehr stark. Meist genügt ein Reagenzglasversuch.

Sehr charakteristisch ist die Essigsäureanhydrid-Schwefelsäurereaktion. Saponin oder Sapogenin in Essigsäureanhydrid gibt mit demselben Volumen konzentrierter Schwefelsäure unterschichtet an der Berührungszone eine Rotfärbung, die violett, blau und schließlich smaragdgrün wird. Saponine und Prosaponine geben mit konzentrierter Schwefelsäure eine (oft langsam eintretende) Rotfärbung, die im Verlauf von Stunden rotviolett werden kann (Furfurolreaktion). Typisch für Saponine sind ihre Komplexverbindungen mit Cholesterinen [Windaus (7)] und Phytosterinen [Klein (8)].

Für den mikrochemischen Nachweis bedient man sich derselben Farbenreaktionen wie beim makrochemischen Nachweis. Für die Schwefelsäurebehandlung trocknet man die Schnitte etwa eine Stunde lang bei 100° und extrahiert darauf mehrmals im Reagenzglas mit wasserfreiem Äther. Darauf bringt man sie auf dem Objektträger in konzentrierte Schwefelsäure. Saponingehalt deutet sich erst durch Gelb-, dann Orange-, Rot- und schließlich Violettfärbung [Rosoll (8a)] an. Auch die Lafonsche Reaktion auf Digitalin kann nach Hanausek (8b) zum mikrochemischen Saponinnachweis verwandt werden. Man bringt die Schnitte in ein Gemisch gleicher Teile von Alkohol und konzentrierter Schwefelsäure, erwärmt gelinde (Rotfärbung) und fügt einen Tropfen Eisenchlorid zu. In saponinhaltigen Zellen tritt ein graublauer oder grünlichblauer Niederschlag auf.

Die Barytmethode verwendet Combes (8c). Er legt die Präparate 24 Stunden in gesättigte Barytlösung. Der nicht als Saponinbaryt gebundene überschüssige Baryt wird mit Kalkwasser entfernt. Der Saponinbaryt wird durch Einlegen in eine 10%ige Lösung von Kaliumbichromat als Bariumchromat fixiert. Weitere Angaben finden sich bei Reich (8d) und Tunmann (8e). Alle diese mikrochemischen Reaktionen bedürfen einer gewissen Vorsicht, wenn sie brauchbar sein sollen.

Besonders empfindlich gegen Saponine sind die roten Blutkörperchen, die hämolysiert werden. Auch die fettigen Giftwirkungen auf Fische sind eine spezifische Eigenschaft der Saponine. Kaulquappen erleiden nach Overton (14d) eine Schädigung und Ablösung der Haut- und Kiemenepithelien.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die richtige hämolysierende Wirkung einiger Saponine. Die Tabelle ist der Arbeit von Bäck (12) nach Koberts Studien entnommen. Eine Ergänzung dazu gibt Joshitsume Wada (14e).

Art der Blutkörperchen	Saponinart: Bassia Maclayana	Phytolacca abyssinica	Hondura-Sarsaparill	Digitonin
Rind	1 : 50 000	1 : 1 000	—	—
Kaninchen	1 : 50 000	1 : 4 000	1 : 166 000	1 : 130 000
Katze	1 : 25 000	1 : 1 000	1 : 100 000	—
Mensch	1 : 33 000	1 : 2 500	1 : 50 000	1 : 100 000
Meerschweinchen	1 : 50 000	1 : 5 000	1 : 100 000	1 : 100 000
Hammel	1 : 17 000	1 : 2 000	1 : 125 000	1 : 100 000
Hund	1 : 33 000	—	1 : 100 000	—
Huhn	1 : 20 000	—	—	—
Pferd	1 : 30 000	1 : 1 000	1 : 125 000	1 : 100 000

Im Anschluß an Kobert (4) gebe ich in der zweiten Tabelle eine Übersicht über den hämolytischen Wirkungswert zahlreicher Saponine. Als Substrat diente 1%ige Rinderblutkochsalzmischung. Der Grenzwert, bei welchem eben noch völlige Hämolyse eintrat, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen. Hierzu vergleiche man auch die Arbeit von Vestlin (15).

Saponinart	Wirkungsgrenze	Saponinart	Wirkungsgrenze
Sarsaponin	1 : 125 000	Roßkastanie	1 : 12 000
Parillin der Sarsaparille	1 : 100 000	Quillajasapotoxin	1 : 10 000
Cyklamin	1 : 100 000	Quillajasaures Na	1 : 10 000
Digitonin	1 : 80 000	Durantasaponin	1 : 10 000
Juccasaponin	1 : 75 000	Entadasaponin	1 : 10 000
Melanthin des Schwarzkümmels	1 : 75 000	Araliasaponin	1 : 10 000
Palaquiumsaponin	1 : 50 000	Teesamensaponin	1 : 10 000
Herniariasaponin	1 : 40 000	Solanin	1 : 8 000
Payenasaponin	1 : 40 000	Paphiopedilumsaponin	1 : 5 000
Mimusopssaponin	1 : 40 000	Coscinium Blumeanum	1 : 5 000
Dolichossaponin	1 : 40 000	Polysciassaponin	1 : 5 000
Barringtonia	1 : 35 000	Saporubrin	1 : 4 000
Smilacin, kristall.	1 : 30 000	Mezoneurumsaponin	1 : 1 000
Levantin. Seifenwurzel, Sapotoxin	1 : 20 000	Tiliacorasaponin	1 : 1 000
Acaciasaponin	1 : 20 000	Diplochisiasaponin	1 : 1 000
Balanitessaponin	1 : 18 000	Chamaelirin	1 : 700
Illipesaponin	1 : 18 000	Heptapleurumsaponin (H. ellipticum)	1 : 200
Agrostemmasapotoxin	1 : 15 000	Guajaksaponinsaures Na	1 : 10
Colubrinasaponin	1 : 15 000	Guajaksaponin	
Sapindus Saponaria	1 : 14 000	Trevesiasaponin	löst
Sapindus Mukorossi	1 : 13 000	Coscinium fenestratum	kaum
Senegin	1 : 12 000	Eriasaponin	

Außer dem für fast alle Saponinarten spezifischen Hämolysiervermögen besitzen Saponinlösungen die Fähigkeit, die Oberflächenspannung stark zu erniedrigen. Doch fallen Oberflächenspannung, hämolytische und sonstige physiologische Wirkung nicht zusammen, darauf hat Kofler (16) hingewiesen; auch ich habe ähnliche Beobachtungen gemacht [Boas (3)]. Dagegen scheint nach Kofler die Schaumkraft für die Identifizierung der Saponine wichtig zu sein.

Die meisten Saponine sind kolloide Substanzen, die eine ziemlich viskose wässrige Lösung geben. Nur einige sind kristallisiert erhalten worden. Solche Saponine sind z. B. Digitonin, Dioscin aus *Dioscorea Tokora* nach Honda (17), α-Hederin von *Hedera Helix* nach van der Haar (2a), Jegosaponin aus *Styrax japonica* [Asashina und Momoya (18)], Phaseosaponin aus *Phaseolus multiflorus* nach Power und Salway (19) und verschiedene Saponine der Sarsaparillen [Flückiger (20), Schulz, Power und Salway].

Bei den analysierten Saponinen bewegt sich der Kohlenstoffgehalt meist zwischen 56—63 %, der Wasserstoffgehalt zwischen 6—9 %. Auf Grund dieser Tatsache stellte Flückiger (20) unter Zugrundelegung der Konstante 18 für Sauerstoff allgemeine Reihenfolgen auf, ebenso Kobert unter Zugrundelegung der Sauerstoffkonstante 10. Flückigers Formel lautet $C_{11}H_{2n-10}O_{18}$; Koberts Formel $C_nH_{2n-8}O_{10}$. Das

sorgfältig analysierte Digitonin brachte Kobert zu der weiteren Formel:

$$C_nH_{2n-10}O_{2x}(=C_{55}H_{94}O_{28}).$$

Die Molekulargröße für das kristallinische Sarsasaponin ist nach von Schulz (20) $C_{22}H_{36}O_{10}$ (12). Wie Sieburg (1a) ausführt, kann man beliebig viele Reihenformeln aufstellen. Übrigens geht man nach Sieburg, wenn man schon Formeln aufstellen will, besser von der Grundlage C_5H_8 aus als von den Flükkigerschen oder Kobertschen Grundlagen.

Für eine Reihe von Kobert und seiner Schule untersuchte Saponine folgen in der nachstehenden Tabelle die Kobertschen Formeln.

$C_{15}H_{22}O_{10}$ Eutadasaponin B.
$C_{16}H_{24}O_{10}$ Aesculussaponin.
$C_{17}H_{26}O_{10}$ Sapindussapotoxin.
$C_{17}H_{26}O_{10}$ Illipesapotoxin.
$(C_{17}H_{26}O_{10})_4$ Quillajasaponin.
$(C_{17}H_{26}O_{10})_4$ Verbascumsaponin.
$C_{18}H_{28}O_{10}$ Saponalbin, Teesamensaponin nach Weil, Senegin, Barringtoniasaponin.
$(C_{18}H_{28}O_{10})_{10} + H_2O$ Balanitessaponin.
$(C_{18}H_{28}O_{10})_4$ Saporubrin.
$(C_{19}H_{30}O_{10})_4$ Agrostemmasapotoxin.
$(C_{19}H_{30}O_{10})_6$ Agrostemmasäure.
$(C_{19}H_{30}O_{10})_3$ Herniariasaponin, Quillajasäure.
$(C_{20}H_{32}O_{10})_3$ Assamin. $C_{20}H_{32}O_{10}$ Acaciasaponin.
$(C_{20}H_{32}O_{10})_5 + 12\ H_2O$ Smilasaponin; $(C_{20}H_{32}O_{10})_3$ Randiasaponin.
$C_{21}H_{34}O_{10}$ Guajakrindensaponinsäure; $C_{21}H_{34}O_{10}$ Achrassaponin.
$C_{22}H_{36}O_{10}$ Caincasäure; Argyräscin, neutrales Guajakrindensaponin.
$(C_{22}H_{36}O_{10})_{12} + 24\ H_2O$ Sarsasaponin.
$C_{23}H_{38}O_{10}$ Dioscoreasapotoxin; Aphrodäscin.
$C_{24}H_{40}O_{10}$ Methylaphrodäscin; Panaxsaponin.
$C_{24}H_{40}O_{10} + 2\ H_2O$ Dioscin.
$C_{26}H_{44}O_{10}$ Parillin, $C_{30}H_{52}O_{10}$ Randiasäure.
$C_{55}H_{94}O_{28} = C_{55}H_{90}O_{26} + 2\ H_2O$ Digitonin.

Schließlich ist noch der von Kobert gegebene Name Sapotoxin kurz zu erläutern. Kobert bezeichnete mit Sapotoxin ursprünglich verschiedene Saponine von der Zusammensetzung $C_{17}H_{26}O_{10}$, z. B. Sapindus-, Saponalbin- (= Saponaria alba), Sapotoxin. Später wurden wohl besonders aktive Saponine als Sapotoxine bezeichnet. Er unterschied Quillajasaponin von Quillajasapotoxin, weil ersteres bei der Hydrolyse 28 %, letzteres 33 % Sapogenin liefert. [Diese beiden Sapogenine sind übrigens nach Brandl (21) identisch.] Der Unterschied im Sapogeningehalt deutet einen Unterschied im Kohlenhydratgehalt des Saponins an, indem das sapogeninärmere Quillajasapotoxin kohlenhydratreicher ist. Das Saponin mit dem geringeren Kohlenhydrat kann demnach auch als im Aufbau oder im Abbau befindliches Glukosid betrachtet werden, so daß sich die Bezeichnung Sapotoxin als haltlos ergibt.

Über Assamin aus Teesamen, Quillajasäure aus *Quillaja Saponaria, Q. lancifolia, brasiliensis, Sellowiana* und *smegmadermos,* über Agrostemmasäure, Saporubrin und Saporubrinsäure (Saponaria officinalis), Saponalbin und Methylsaponin aus *Gypsophila,* Dulcamarin (Solanum Dulcamara neben Solamin), Randiasäure und Randiasaponin, Polygalasäure und Senegin aus *Polygala,* Argyraescin aus Kotyledonen der Roßkastanie, Barringtonin aus *Barringtonia,* Acaciasaponin (im Fruchtfleisch), Eutadasaponin (*Eutada scandens* und *E. polystachya*), Caincin, Paristyphnin (*Paris quadrifolia*), Panaquilon (*Panax Ginseng*) und einige andere Saponine vgl. die ausführliche Darstellung bei Kobert (4 d).

Der Gehalt der Pflanzen an Saponinen ist sehr verschieden. Auch kommen in vielen Pflanzen mehrere nebeneinander vor. So finden sich z. B. nach Überhuber [bei Kobert (4 a, II, 1917)] im Bingelkraut 1,10 % neutrales (wasserlösliches) Saponin neben 0,067 % saurem (in alkalischem Wasser löslichem) Saponin, und 0,018 % präformiertes Sapogenin in der Trockensubstanz. Meist bewegt sich der Saponingehalt unter 1 %. Dagegen ist der Saponingehalt bei den meisten technisch und pharmazeutisch wichtigen Saponinpflanzen wesentlich größer. Die Samen der Roßkastanie (*Aesculus Hyppocastanum*) enthalten bis zu 13% Saponin [Lawes (22)], in der weißen Seifenwurzel (*Gypsophila arrostii* und *G. paniculata*) befinden sich rund 10 % [Krus-

kal (23)]. Rund 10% enthalten ferner die Quillajarinde [Masson (24)], ferner *Bassia longifolia* (Samen, Mowrasaponin) [Spiegel (25)] und die Seifennüsse von *Sapindus Mukorossi* [Weil (26)]. Im Rhizom von *Panax repens* sind 20% Saponine [Rosenthaler und Stadler (27)], ebensoviel in den Früchten von *Phytolacca abyssinica* [Kueny (28)] vorhanden und *Cereus gummosus* soll sogar 24% Saponine enthalten [Heyl (29)].

Über den Gehalt der *Solanum*-Arten vergleiche man den systematischen Teil, ebenso finden sich weitere Angaben über den Gehalt an Digitonin, Cyclamin usw. im systematischen Teil, über saponinhaltige Gemüse usw. vgl. auch Kobert (4a I und II). Die Zahl der saponinhaltigen Pflanzen selbst ist sehr groß, wie man aus der folgenden systematischen Übersicht erkennen kann; dazu kommt, daß viele Pflanzen gleich drei verschiedene Saponine enthalten, nämlich ein neutrales, wasserlösliches, ein saures, alkalilösliches und ein präformiertes Sapogenin [vgl. Kobert (4a, I und II)].

In der folgenden Übersicht sind alle irgendwie wichtigen oder sonstwie nennenswerten Saponinvorkommen zusammengestellt. Aus den Literaturangaben läßt sich im Verein mit Wehmer (30) und Czapek (31) eine weitgehende Orientierung über alle Saponinpflanzen gewinnen. Besonders zahlreiche Hinweise verdankt man Boorsma (32), Waage (36), Greshoff (5), Weil (26), Rosenthaler (34), Sieburg, Radlkofer (33), Kobert und seiner Schule (Arbeiten des pharmakologischen Instituts zu Dorpat), wenn wir von den Angaben älterer Pharmakognosten wie Dragendorff und Rochleder absehen.

Die einzelnen Hauptstämme des Pflanzenreiches sind sehr verschieden saponinhaltig. Arm an Saponinpflanzen sind die Kryptogamen; die Monokotyledonen sind nur in einzelnen Formenkreisen saponinreich, dagegen sind die Dikotyledonen reich an Saponinpflanzen. Auffallend ist die Tatsache, daß von den etwas über 70 Saponin führenden Familien 22 zugleich cyanwasserstoffhaltige Verbindungen (Glukoside usw.) führen, worauf E. Schaer (6 a) hingewiesen hat. Wichtig ist ferner die Tatsache, daß Saponine und fette Öle und ähnliche Verbindungen selten zusammen vorkommen. Beide Körper scheinen sich gegenseitig auszuschließen, was auch vielleicht in der gegenseitigen Ausfällung (Saponin: Lipoid, Cholesterin, höhere Fettsäure) bedingt sein kann. Saponinarm sind z. B. die große Familie der Umbelliferen, die Familie der Labiaten und Kompositen.

II. Systematik.

A. Kryptogamen.

1. Musci.

Polytrichum commune L. Enthält nach Keegan (38) Spuren von Saponin.

Filices.

Gleichenia flabellata R. Br. Nach Greshoff (39) reich an Saponin.

Davallia-Arten sollen in den Sporen Saponin führen.

B. Gymnospermae.

2. Gnetaceae.

Gnetum Thoa R. Br. (= *Thoa urens* Aubl.). Blätter, Dekker (40).

C. Angiospermae.

I. Monocotyledones.

3. Araceae.

Arum maculatum L. Blätter, Rhizom. Jorissen (41). Mikrochemischer Nachweis. Combes (42).

A. italicum. Spica u. Biscaro (43).

4. Liliflorae.

Eine an wichtigen Saponinen reiche Gruppe. Hierher *Chlorogalum pomeridianum* Kth. Auch in anderen Arten. Zwiebel mit 7 %. Trimble (44).

Dracaena arborea Lk. Blätter. Dracaenasaponin. Moeller (45).

Paris quadrifolia. Schon 1843 Walz (46) als saponinhaltig bekannt. Es ist das glukosidische Paristyphnin.

Trillium spec. Merck (47); Reid (48).

Medeola virginiaca. Greshoff (49).

Dioscorea Tokoro Mak. Wurzelknollen als Fischgift; Saponin Dioscin $C_{24}H_{38}O_9 + 3\,H_2O$. Honda (50).

D. hirsuta Bl. Frische Knolle als Fischgift benutzt, vielleicht saponinhaltig. Boorsma (51).

D. villosa L. (= *D. paniculata* Mich.). Wehmer (52).

Muscari comosum Mill. Soll Comosumsäure als Saponin enthalten (Curci). Waage (53). Curcis Comosumsäure (54).

M. racemosum Mill.; *M. moschatum.* Waage (36).

Convallaria majalis L. Enthält Convallamarin, Convallarin und ein Sapogenin. [Hirschberg bei Kobert (4a II 1917)]. Convallarin Merck besteht aus Sapogenin, Convallarinsäure und neutralem Saponin, alle drei stark hämolytisch wirkend. Convallamarin Merck ist ein mit Convallarin und Sapogenin verunreinigtes Herzgift. Alle Teile der Pflanze enthalten Saponin.

Smilax medica Cham. et Schl. Wichtige Saponinpflanze. Radix Sarsaparillae. Wurzel mit Parillin (= Smilacin, Pariglin oder Parillinsäure), Smilasaponin (= Sarsaparillsaponin, Smilacin der älteren) und Sarsasaponin, Parillin = $C_{26}H_{44}O_{16} + 2^1/_2\,H_2O$; Smilasaponin = $C_{20}H_{32}O_{10} + 2^1/_2\,H_2O$; Sarsasaponin = $C_{22}H_{36}O_{10} + 2\,H_2O$. v. Schulz (55). Sarsaparillwurzel liefern ferner *Smilax officinalis* Humb., *Sm. syphilitica, S. papyracea* Dun. (= *Sm. pseudosyphilitica* Kunth.), *Sm. glycyphylla* Sm. Radix Sarsaparillae verliert beim Lagern an Wert. Kobert (56).

Sm. ornata Hoock. fil. Jamaika-Sarsaparilla, liefert Sarsaponin. Power und Salway (57).

Sm. china L. (= *S. ferox* Wall.). Pockenwurzel (Tuber Chinae, Radix Chinae nodosae sive ponderosae sive orientalis, Chinawurzel, Grindwurzel). Früher Spezifikum gegen Gicht und Syphilis. Paulsen bei Kobert (4a I. 1916). Neutrales und saures Saponin in der nicht haltbaren Droge.

Andere saponinhaltige Arten sind *S. lanceaefolia* Roxb., *S. glabra.* Zörnig (58).

Yucca flaccida. 6—8 % Saponin.

Y. filamentosa. Amorphe Massen in den Leitbündeln. v. Schulz (59).

Y. radiosa.

Y. baccata. Wurzel. Harvard (60).

Y. angustifolia. Wurzelholz. Abbot (61).

Agave lechuquilla Torr. Wurzelstock und Blätter dienen als Seifenersatz. Sehr heftiges Fischgift. Johns, Chernoff und Viehöver (62).

Agave americana L. (= *A. virginiaca* Mill.). Wurzel. Dragendorff (63).

A. heteracantha Jucc. Agavesaponin. Auch in *A. Morrissii* Bak. Harvard (60, 64).

Fourcroya cubensis. In Brasilien zum Reinigen von Wollstoff benützt; ebenso *F. gigantea.* Waage (36a).

Helonias dioica (= *Chamaelirium luteum).* Kruskal bei Kobert (65).

Crocus. Zwiebel. Kobert (66).

5. Palmae.

Pseudophoenix vinifera Becc. Fruchtkerne mit 0,6 % eines sauren und etwa 1 % eines neutralen Saponins. Van Scheppenberg (67).

6. Orchidaceae.

Paphiopedium javanicum Peitz. Blätter, Wurzel. Boorsma (68).

Eria retusa Endl. *E. micrantha* Lindl. Boorsma (69).

7. Gramineae.

Panicum junceum. Rhizom in Argentinien zum Waschen von Stoffen benützt. Waage (36a).

Saponinhaltige Kleie entsteht durch Saponingehalt von beigemischten Agrostemmafrüchten. Die Giftigkeit derartiger Kleie ist strittig, s. a. Nr. 15 *Agrostemma* bei den Caryophyllaceen.

II. Dicotyledones.

8. Moraceae.

Ficus hypogaea D. C. Blätter. Boorsma (70).

9. Chenopodiaceae.

Hierher zahlreiche saponinhaltige Gemüse- und Arzneipflanzen.

Chenopodium Quinoa (Reismelde). Gonnermann (71). Quinoasäure und neutrales Saponin geben bei der Hydrolyse Glukuronsäure.

Ch. mexicanum Moq. Ersatz der Seifenwurzel nach Dragendorff (63).

Chenopodium bonus Henricus. »Spargelspinat.« Kobert (4c).

Ch. ambrosioides. Samen. Ungiftiges Saponin.

Spinacia oleracea. Kobert (4c).

Beta vulgaris. Zucker- und Futterrübe. Glykuronoidsaponin und neutrales Saponin. Kobert (4c), Gonnermann (71), Schulz (72).

Im Saturationsschlamm der Zuckerfabriken findet sich 0,4—0,6 % Saponin. Andrlik (73) bezeichnet den Saponingehalt der Rübe zu 0,139 %.

Blitum capitatum. B. virgatum. Erdbeerspinat. Kobert (4c).

10. Amarantaceae.

Amarantus oleraceus. »Chinesischer Spinat.« Kobert (4c).

11. Phytolaccaceae.

Phytolacca abyssinica. Ziemlich stark hämolysierendes Saponin. Bäck (12, 227).

Ph. esculenta. »Südamerikanischer Spinat.« Kobert (4c).

12. Basellaceae.

Basella alba. »Malabarspinat.« Kobert (4c).

13. Portulacaceae.

Claytonia cubensis. »Kubanischer Spinat.« Kobert (4c).

14. Aizoaceae.

Tetragonia expansa. »Neuseeländischer Spinat.« Kobert (4c).

Talinum paniculatum. Kobert (4c).

15. Caryophyllaceae.

Sehr saponinreiche Familie mit wichtigen Handelssaponinen aus der levantinischen ägyptischen Seifenwurzel. Stark hämolytisch wirkt Agrostemmasaponin. Bekannte oder viel untersuchte Caryophyllaceensaponine sind: Saporubrin, Saponalbin, Saprorubrinsäure, Agrostemmasapotoxin, Herniarin, Lichnidin, levantinisches Sapotoxin.

Gypsophila paniculata L. u. H., *G. Arrostii* Grun. Zwei Saponine, Saponalbin und Methylsaponin. Wurzel beider Pflanzen als levantinische Seifenwurzel (Radix Saponariae albae s. levant.) bis zu 16 % Saponin (früher als Struthiin bezeichnet) enthaltend. Kruskal (74), Rosenthaler (75).

G. fastigiata liefert auch „Seifenwurzel" (Kobert (66).

G. Struthium. Ägyptische Seifenwurzel (Struthiin). Schon den Römern und Ägyptern als Waschmittel bekannt.

G. acutifolia wird in Ungarn als Seifenwurzel kultiviert.

Saponaria officinalis. Seifenkraut, Radix Saponariae rubrae. Saporubrin; Saporubrinsäure. v. Schulz (76), Kobert (4).

S. alba, Saponalbin (neutrales Saponin). Laube (77).

Lychnis Githago Scop. (*Agrostemma Githago* L.), Kornrade. Samen: 6—7% Agrostemmasäure, 5—7,7% Agrostemmasaponin (Sapotoxin bei Kobert). Auch in der Wurzel, Brandl u. Mayr (78), Kruskal (74). *Agrostemma*-Samen werden in Ungarn ohne Gesundheitsstörung an Schweine in großen Mengen verfüttert.

L. flos cucculi. Kraut, Wurzel. Süß (79).

L. dioica L. (= *L. diurana* Sibth.), *L. vespertina* Sibth., *L. chalcedonica.* Wurzel. Malafert (80).

Herniaria glabra L. Kahles Bruchkraut, und *H. hirsuta* L. Daebler bei Kobert (4a I, 1916). Neutrales und saures Saponin.

Silene Inflata Sm. (*S. cucubalus* Willd.; *S. vulgaris* Garcke), ferner *S. nutans* L., beide Arten mit Saponin; Samen frei von Saponin.

Dianthus caryophyllus L. Besonders in den Wurzeln.

Arenaria serpyllifolia. Waage (36a).

16. Primulaceae.

Primula officinalis Jacq. Wurzelstock mit 8—10% Saponin nach Kofler; Grimme (81), Trebing (82). Ersatz für Radix Senegae und Ipecacuanhae albae. Primulinsäure nach Masson. Primulysat von der Ysatfabrik Joh. Bürger in Wernigerode hergestellt, ist ein saponinhaltiges Heilmittel.

Primula »veris«. S. Kofler (83). Primulin.

Andere Primula-Arten wie *Pr. elatior* Jacq. und *P. columnae* Ten. [Waage (36)] sind ebenfalls saponinhaltig. Extrakt aus der Wurzel von *Primula officinalis* kommt unter dem Namen Primulatum

fluidum (Tisse, Hamburg) als Expektorans in den Handel. Zugesetzt ist noch Extrakt der Rhizome von *Viola odorata.*

Cyclamen europaeum L. Knolle mit Cyclamin, Turfanow (84), Raymann (85), Boas (3).

Auch in anderen Cyclamenarten, *Anagallis arvensis* L. Kraut mit Saponin, Wurzel mit Cyclamin, Schneegans (86).

A. coerulea Schr., *Soldanella alpina* L., *S. montana* Willd., *S. umila* Bg. sind ebenfalls saponinhaltig.

17. Menispermaceae.

Styphania hernandifolia Walp., *Limacia Macrophylla* Miq. Boorsma (87).

Coscinium fenestratum Colebr. (= *Menispermum f.* Gaert.). Falsche Colombowurzel.

C. Blumeanum Miers, Boorsma (87).

Diploclisia macrocarpa Miers (= *Cocculus glaucescens* Bl.), Boorsma (87).

Tyliacora racemosa Col. (= *T. acuminata* Miers), Blätter, Boorsma (87).

18. Magnoliaceae.

Ilicium verum Hoock. Sternanis. Früchte, Laurén (88), Schlegel (89).

Leontice Leontopetalum (Berberidaceae). Wurzel saponinhaltig. Zum Reinigen feiner Gewebe und der Kaschmirschals, »Ischkar« oder »Cheris« genannt. Die Arten *L. Chrysogonum* L. und *L. Thalictroides* sind arm an Saponin (90).

Caulophyllum Thalictroides Mich. (= *Leontice Thalictrum* L.). Caulophyllsaponin. Power und Salway (91).

19. Ranunculaceae.

Helleborus viridis. Helleborein, kristallisiert, vielleicht besonders reichlich im äußeren Wurzelparenchym. Mit α-Naphthol und Schwefelsäure nachzuweisen, Bastik (92), Sieburg (93).

H. niger, foetidus im Rhizom und den Basalblättern gibt mit konzentr. Schwefelsäure eine hochrote Farbe, Kobert (94).

Clematis Vitalba. Das Saponin liefert bei der Spaltung Caulasapogenin und 2 Äq. Glukose, Tutin und Clewer (95), besonders in Blättern. Melanthin, Schwarzkümmel.

Nigella sativa, »Schwarzkümmel«, Saponin besonders in den Blättern. Melanthin nach Kobert (4), besser Melanthinsäure, *N. damascena* nur Spuren von Saponin.

20. Myristicaceae.

Myristica fragans Hoock., Muskatnußbaum. Dekker (Pharm. Weekbl. **46**, 16. 1909. Muskatnuß).

21. Capparidaceae.

Capparis spinosa L. Kappern. Blütenknospen. Siehe Dragendorff (63).

22. Cruciferae.

Eine an Saponinpflanzen arme Familie. *Capsella bursa pastoris* enthält Saponin.

23. Saxifragaceae.

Ebenfalls arm an Saponin.

Hydrangea arborescens L. Wurzel, Bondurant (96), Schroeter (97).

24. Rosaceae.

Familie mit wichtigen Saponinpflanzen.

Quillaja Saponaria Mol. (= *Q. Molinae* D. C.), Seifenbaum, Seifenrinde, Cortex Quillajae. Rinde enthält Quillajasäure und »Sapotoxin« [Kobert (4)], die aber bei der Hydrolyse dasselbe Sapogenin, allerdings in verschiedenen Mengenverhältnissen liefern.

Eriobotrya japonica Lindl. Japanische Mistel. Junge Blätter, Boorsma (98).

Rubus villosus. Rinde mit saponinartigem Glukosid, Villosin (99).

Gillenia-Arten mit Glukosid Gillenin hierher zu stellen (?) (100).

25. Leguminosae.

Hierher zahlreiche wichtige Saponinpflanzen.

Entada scandens Benth. (*Mimosa sc.* Roxb.), Riesenbohne, Meerbohne. Holz, Blätter. Fischgift. Enthält 2 Saponine. Boorsma (101), Rosenthaler (102), Bacon u. Marshall (103).

E. polystachya D. C. Siehe Boorsma (101).

Albizzia Saponaria Bl. (*Inge sap.* Willd., Rinde und Samen, Greshoff (104).

Saponinhaltig sind ferner *Alb. anthelminthica* Brongn. und andere Arten.

Alb. Lebbek. Benth. (*Acacia L.* Willd., *Ac. speciosa* Jacq.). Rinde. Aus Wehmer (105).

Albizzia- und Acacia-Arten werden als Fischfangpflanzen benützt.

Mezoneurum sumatranum W. et. A. Blätter, Boorsma (101).

Dolichos speciosus Hort. Bog. Samen. Boorsma (101).

Pithecolobium bigeminum Mart. Rinde. Rosenthaler (106). Auch andere Pithecolobiumarten nach Rosenthaler.

Enterolobium Timbouva Mart. Alle Teile mit Saponin, insbesondere das Pericarp. Licopolin nach Just (107).

Pachyrrhizus angulatus R. Samen ein Fischgift, wohl saponinhaltig. Greshoff (108).

Phaseolus multiflorus. Phaseosaponin. Power u. Salway (109).

Ononis spinosa. Wurzel und oberirdische Teile mit neutralem und saurem Saponin. Vielleicht hierher auch Ononin.

O. repens; O. hircina. Samen, Kraut und Wurzel mit denselben Saponinsubstanzen. Zweigspitzen von Ononisarten werden als Gemüse gegessen (Nahrungssaponine). Über Ononissaponine und medizinische Verwendung, auch bei Hautkrankheiten, siehe Bulkowstein bei Kobert (4a I, 1916).

Medicago sativa. Enthält nach Jacobson (110) ein stickstoffhaltiges, nicht hämolysierendes Saponin $C_{27}H_{35}NO_{16}$.

Robinia pseudacacia. Soll nach Moeller (111) im Kambialsaft Saponin enthalten.

Acacia delibrata Cunn., in der Hülse, *A. concinna* in Fruchtfleisch und Rinde, Buysman (112).

A. anthelminthica Baill. in der Rinde, Thiel (113).

Calliandra Houstoni Bth. Wurzel nach Pouchet s. Just (114).

Tetrapleuron Thonningii Bth. Rinde und Frucht.

Prosopis dubia H. B. K., Rinde. In Neu-Granada als Waschmittel benützt.

Xylia dolabriformis Bth. Rinde.

Gymnocladus canadensis. Rinde.

Gleditschia ferox und *Gl. orientalis.* Hülsen.

Milletia atropurpurea Bth. Samen, Greshoff (115); auch andre Milletiaarten sind saponinhaltig, ebenso wie *Derris uliginosa.*

26. Violaceae.

Viola odorata L. Wurzelstock mit reichlich Saponin. Therapeutisch verwendet. S. d. Bem. bei *Primula officinalis.*

27. Linaceae.

Roucheria Griffithiana Pl. Rinde, Dekker (116).

28. Elaeocarpaceae.

Elaeocarpus grandiflorus Sm., Blätter, *E. ovalis* Miq., Rinde. Boorsma (117), *E. macrophyllus* Bl.

Monoceras robustum. Boorsma.

Sloanea javanica Szysz. (= *Phoenicospermum jav.* Miq.). Rinde mit 2 Saponinen. Boorsma (117).

29. Euphorbiaceae.

Euphorbia helioscopia (*Thytimalus hel.*), *E. Peplus* L. Gonnermann (118).

Mercurialis annua L. Drei Saponine, ein neutrales, ein saures und ein präformiertes Sapogenin. Überhuber bei Kobert (4a II, 1917).

Phyllanthus emblica L., *Ph. brasiliensis* Müll., *Ph. piscatorum* Kth., *Ph. Conami* Sw., *Ph. falcatus* dienen in Guayana und in Brasilien als Fischgift und sind daher vermutlich saponinhaltig. Bestimmt gilt dies von *Ph. urinaria* L., der ein bitteres Saponin enthält. Rosenthaler (34).

Jatropha multifida Sm., Peckolt (119).

30. Theaceae.

Thea chinensis Sims. (*T. sinensis* L.), *Camellia Thea* Lk., *C. theifera* Griff. Frische Blätter, Boorsma (101), aber in trockenen Blättern kein Saponin, Weil (120, 121); Samen 9,1%, Weil (121); Fruchtschale sehr arm, Weil (121).

Th. assamica Mart. (*Camellia ass.*; auch als Varietät zu *Th. sinensis.* Assamteesamen mit Assamin und Assamsäure. Assamin liefert bei der Spaltung Sapogenin, Galaktose und Pentose. Boorsma (122), Halberkamm (123).

Camellia japonica L. = *Thea japonica* (Bail.). Samen. Camellin = Saponin, Kutzujama (124).

Camellia Sasangua Thbg. (*C. oleifera* Ab., *Th. Sasangua).* Samen mit 10% Sapogenin, Holmes (125).

Shima Noronhae Reinw. Rinde Fischgift (Greshoff), Blätter Saponin, Boorsma (126).

S. Wallichii Chois, *Adinandra lamponga* Miq., *Gordonia excelsa* Bl., *Laplacea subintegerrima* Miqu., *Ternstroemia gedehensis* Teijsm. et B., *Pyrenaria serrata* Bl., *Saurauja cauliflora* var. *dentata* Boerl. Blätter aller dieser Arten mit Saponin, Boorsma (126).

Stuartia Pseudocamellia Max. Holz und Rinde, Weil (127).

31. Lecythidiaceae.

Lecythis amara Aubl. Rinde.

Barringtonia speciosa Gaertn. Samen mit 3,27% Barringtonin $C_{18}H_{25}O_7(OH_3)$, Van den Driessen-Mareew (128).

B. insignis Miq. Wurzelrinde. Greshoff (129).

B. Vriesei Teijsm. et Binn. Weil (130). Rinde 1%, Samen 8%.

Chydenanthus excelsus Miers. Samen mit Chydenanthin $C_{21}H_{34}O_{10}$; starkes Fischgift. Hämolysiert Blut in einer Konzentration von 1 : 62 000, Erythrocyten in einer Konzentration von 1 : 130 000. Wirkt auf Frösche in einer Verdünnung von 1 : 20 000, auf Kaninchen in einer solchen von 1 : 400 000 giftig. Duyster (129a).

32. Araliaceae.

Panax repens Maxim. Rhizom mit 20,8% Panaxsaponin, Rosenthaler und Stadler (131); Wentrup (132) $C_{24}H_{34}O_4(OH)_6$, das Saponin $C_{14}H_{22}O_4$.

P. Ginseng C. A. Mayer enthält Panaquilon. Fujitani (133).

P. fruticosum. Wurzel. Boorsma (101).

Aralia spinosa L. Rinde und Wurzel. Aralin. Greshoff (134), Lilly (135).

A. montana. Rinde. Boorsma (101).

Polyscias nodosa Forst. Van der Haar (136).

Hedera helix L. Blätter, Samen. α-Hederagenin, van der Haar (2); α-Hederin, van der Haar (137).

Trevesia sundaica Miq. Blätter. Fieringa (138), Boorsma (101).

Saponinhaltig ferner viele Arten von *Panax, Aralia, Heptapleurum, Paratropia.* Blätter von Hedera von Kobert als Seifenersatz erwähnt.

33. Umbelliferae.

Pimpinella saxifraga L. Wurzel mit 2,85 % Rohsaponin. Schwach hämolytisch; hämolytische Grenzkonzentration 1 : 30. Vestlin (15a).

34. Loranthaceae.

Viscum album L. Saft. Chevalier (139).

35. Zygophyllaceae.

Hierher wichtige Saponinpflanzen, insbesondere *Guajacum officinale* L. Guajakbaum. Rinde, Blätter und Samen mit Saponin, Holz und Harz saponinarm; Schaer u. Petzold (140), und insbesondere Frieboes (141).

Bulnesia Sarmienti Lor. Splint mit Saponin, Frieboes l. c.

Balanites Roxburghii. Fruchtfleisch mit 7,2% Saponin. Weil (142).

36. Rutaceae.

Xantophyllum piperitum D. C. Fischgift, Saponin?

Walsura piscidia Roxb. Boorsma (143).

37. Polygalaceae.

Hierher wichtige Saponinpflanzen in der Gattung Polygala.

Polygala Senega L. Radix Senegae; verliert an Wert beim Lagern. Wurzel mit 6 % Senegin und bis 5½ % Polygalasäure. Kobert u. Atlas (144). Ein Dialysat von *Polyg. Senega* kommt als Polygalysat Burger in Wernigerode in den Handel.

P. venenosa J. Blätter mit 2 Saponinen. Greshoff (145).

P. amara L. Senegin; auch andere einheimische Arten.

Monnina polystachya R. et Pav. Wurzel und Rinde. Monninin; Le Boeuf (146).

38. Rhamnaceae.

Colubrina asiatica. Hämolytische Wirkung siehe in der Tabelle Abschnitt I.

39. Hippocastanaceae.

Aesculus hippocastanum L. In den Keimblättern 10 % Saponin; Weil (147); v. Schulz (148). In unreifen Kastaniensamen Argyraescin und Aphrodaescin, Rochleder (149). Sind nach Boßhard (150) ein Gemenge von in Wasser unlöslicher Aesculinsäure und wasserlös-

licher Aesculininsäure. Bei der Hydrolyse der Aesculusaponine entstehen l-Arabinose, Fruktose und Glukose. Winterstein u. Blau (151). Vgl. auch Boßhard (150).

Aesc. Pavia L. (*Pavia rubra* Lam.). Auch die Wurzel saponinhaltig.

40. Sapindaceae.

Wichtige Familie mit zahlreichen Saponinpflanzen. Saponin bei Sapindus in den Früchten. Viele Arten werden als Fischgifte benützt. *Sapindus Saponaria* L. Samen. $C_{17}H_{26}O_{10}$, Kruskal (152). Blätter 0,17%; Radlkofer: Weil, s. nächste Art.

S. Mukorossi Gaertn. 10,5%, Weil (153).

S. Rarak D. C. etwa 13,5 % Saponin; Greshoff (154). Raraksaponin, May (155).

S. trifoliata L. Fruchtfleisch 4—5 %, *S. inaequalis.*

S. utilis soll fast 38% Saponin enthalten. *S. marginatus. S. varicatus* hat in der Rinde 1 %. Hierher vermutlich noch viele Sapindusarten.

Dialiopsis africana Radlk. Samen mit 10,5 %; Beitter (156).

Paullinia Cupana H. B. K. (= *P. sorbilis* Mart.), Peckolt (157).

Saponin führen ferner die Sapindaceen genera *Sarcopterix, Jagera, Trigonachras, Pepidopetalum, Blighia, Guioa, Elattostachys, Harpullia* und *Xerospermum* sind saponinhaltig in den Früchten und in den Blättern. Nach Dekker (158) enthält die Fruchtschale von *Nephelium lappaceum* Saponin. Saponinhaltig ist der Embryo von *Filicium,* auch bei *Xerospermum laciniatum* und *Haplocoelum inopleum* findet sich Saponin. Bei *Otophora* und *Lepisanthes* findet sich nur in wenigen Arten Saponin. Die Blätter von *Valenzuelia,* die Früchte von *Blighia sapida* (eßbar) enthalten Saponin, ferner die Samenschalen bei Arten von *Serjanea, Dodonaea, Magonia, Cardiospermum, Cupania regularis* Bl. und *Canophyllum falcatum.*

41. Sapotaceae.

Palaquium borneense Burck. Samen. Boorsma (101).

P. Beauvisagei Burck. Blätter. Boorsma (101).

Payena Leerii B. et H. Samen. Boorsma 1902.

P. Suringariana var. Junghuhniana Burck. (= *Bassia sericea* Bl.). Samen.

Bassia latifolia Roxb. (= *Illipe l.* Engl.). Blätter. Illipesaponin.

Bassia longifolia (*Illipe Malabrorum*) enthält im Samen Mowrin. Die Preßrückstände des entfetteten Samens kommen als Mowramehl als Kraftfutter in den Handel. Sie enthalten nach Kobert 10 % Saponin.

Mowrin siehe Spiegel (159), auch Winterstein (160).

Illipe Maclayana F. v. Muell. Maclayin, Spiegel.

Syderoxylon indicum Burck. Blatt und Rinde enthalten ein stark hämolytisch wirkendes Saponin.

S. bancanum Burck. Ebenso. Boorsma (101); van Rijn (161).

Pradosia lactescens (*Lucuma glycyphloea, Chrysophyllum glycyphloeum*) liefert die Droge Cortex Monesiae mit dem Saponin Monesin; Payen (162); Tschirch (163).

Chr. Roxburghii Don. Samen. Boorsma (101).

Lucuma Cainito D. C. (*Pouteria C.* Radlk., *Chrysophyllum* C. L.). Samen mit 0,19 % Saponin. Peckolt (164); Boorsma (101).

Achras Sapota L. Samen. Boorsma (101). Achrassaponin; nach Michaud (165). Die Bezeichnung ist Sapotin. Blätter saponinfrei.

Mimusops Djave Engl. (*Bassia* D.). Samen; Fickendey (166).

M. Elengi L. Rinden und Blüten. $C_{37}H_{64}O_{18}$. *M. kauki* L. (*M. Hoockeri* D.C.). Samen. Boorsma (101). Blätter saponinfrei.

Omphalocarpum procerum P. B. Omphalocarpin in Früchten nicht ganz sicher als Saponin.

42. Styracaceae.

Styrax japonica S. et Z. Yegosaponin in der Fruchtschale. $C_{55}H_{80}O_{25}$ gibt bei der Hydrolyse d-Glukose und Glukuronsäure, ferner α- und β-Sapogenin. Y. Asashina und M. Momoya (167).

43. Asclepiadaceae.

Cynanchicum Vincetoxicum L. Rhizom mit »Asclepiassäure«; Masson (168).

44. Myrsinaceae.

Maesa pirifolia Miq. Blätter und Rinde. Boorsma (98).

Aegiceras majus Gaertn. Samen. Weiß (169).

45. Solanaceae.

Ein charakteristisches Saponin der Solanaceen ist das Solanin. Ich gebe hier im Anschluß an Heiduschka und Sieger (35) zuerst eine Übersicht der solaninhaltigen Drogen (s. S. 1826).

Der Solaningehalt der Kartoffeln kann bis 0,79‰ steigen. Solche Kartoffeln sind gesundheitsschädlich. Griebel (169a) und Bömer und Mattis (169b).

Außer den erwähnten Solanaceen sind noch saponinhaltig:

Solanum incanum L. (= *S. coagulans* Forsk.). Früchte. Czapek, Biochemie.

S. nigrum L. Beeren und Kraut; Waage (170).

Lycopersicum esculentum Müll. (= *Sol. Lycopersicum* L.), Kraut.

Capricum annuum L. Solanin in der Frucht.

Cestrum laevigatum Schlecht. Beeren: Peckolt (171).

Die in der chilenischen Volksmedizin beliebte Droge »Palo Natri« ist solaninhaltig, es kommen nach Ramdohr und F. W. Neger (172) folgende drei Solanumarten vor: *Sol. crispum, gayan.* und *S. tomatillo.* Reiche (173) gibt an, daß auch *Sol. congestiflorum* Dun. D. C. im Natri vorkommt.

46. Scrophulariaceae.

Zahlreiche und wertvolle Saponinpflanzen und uralte Fischfangpflanzen [Rosenthaler (175)] gehören hierher.

Verbascum sinuatum L. Früchte; Rosenthaler (174).

V. phlomoides L. Kobert (4). Plomos der Alten ist Verbascum; plomizieren ist Fischfangen. Über *V. thapsiforme* siehe Rosenthaler (175).

Über *Verbascum Thapsus* L., *V. phlomoides* L., *V. thapsiforme*, die in Blättern, Blüten und Samen Saponin enthalten, siehe Matheides bei Kobert (4a I. 1916). Die *Flores Verbasci* enthalten nach Matheides drei Saponine, ein neutrales, ein saures und ein präformiertes Sapogenin.

Digitalis purpurea L. Blätter und Samen enthalten das sehr wichtige und wirksame Digitonin. Die Verwendung von Digitonin zur Bestimmung von Cholesterin führte Windaus (7) ein; über die Wirkung auf Hefe vergleiche man Boas (3). Aus der äußerst umfangreichen Digitonliteratur sei erwähnt: Schmiedeberg (176) (Entdeckung des Digitonins); Kiliani (177); Kiliani u. Merck (178).

Ein Dialysat von Digitalis ist unter dem Namen Digitalysat im Handel. Hersteller Ysatfabrik Joh. Bürger, Wernigerode.

D. ambigua Murr. (*D. grandiflora All.*). Blätter Digitonin.

Limosella aquatica L.; Greshoff (179).

47. Verbenaceae.

Duranta brachypoda Tod. Frucht, Blätter. *D. rostrata Hort.* Boq. Beide nach Boorsma (101).

D. Plumieri Jacq., *D. Ellisia* L. Beide nach Plugge in Boorsma (180). *D. Ellisia* enthält Saponin in der Rinde.

48. Labiatae.

Collinsonia canadensis. Rhizom. Chevalier u. Abal (181); Merck (182).

49. Rubiaceae.

Randia dumetorum Lam. (*Gardenia spinosa* L.). Frucht mit 1—9 % Randiasäure; Pulpa Randiasaponin; Vogtherr (183). Nach Kobert beträgt die Ausbeute an Randiasaponin 36 % und an Randiasäure 15 %.

Mussaenda frondosa L. Wurzel. Hustenmittel.

Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg. (*Uragoga Ip.* Baill., *Cephaelis Ip., Ipecacuanha officinalis* Abr.). Wurzel. Vgl. Ipecacuanhaersatz bei Viola und Primula).

Mitchella repens L. Frucht; Steinmann (184).

Chiococca racemosa L. *Ch. anguifuga* Mart. (*Ch. brachiata* R. et Pav.). Rinde mit Caincasäure. Rochleder (185).

Caincin aus *Ch. brachiata* von Pelletier u. Caventou (186). 1830 entdeckt.

Solanin enthaltende Drogen.

Droge	Autor	Literatur	Prozentgehalt
Physochiaena orientalis	Rentelen	Justs Jahresber. (1881), I., 102	—
Scopolia carniolica	„	do.	„
Scopolia japonica	Martin	Arch. d. Pharm. **213** (1878), 336	—
Solan. aculeatiss. Jacq.	Peckolt	Ber. Pharm. Ges. **19**, 188—189	Frische Beeren unreif 0,517, reif 0,157
Solan. asper. Vahl var. β angustif. Sendt	„	do. **19**, 184	Frische Beeren 0,365
Solan. auriculat. Ait.	„	do. **19**, 184—185	Beeren frisch 0,812, trocken 2,471 Blätter frisch 0,558, trocken 1,69
Solan. Caavuranna Velloz	„	do. **19**, 181—182	Blätter frisch 0,3, Beeren frisch 0,107
Solan. cernuum Velloz	„	do. **19**, 186—187	Wurzel 0,0267, Blätter 0,147
Solan. crispum	Ramdohr, Neger	Pharm. Zentralhalle **39**, 521	etwa 0,03
Solan. Dulcamara	Desfosses, Pfaff F. Davis B. R. Anderson	Berzel. Jahresber. (1821), 111 Pharm. Journ. **15**, 160—161 Chem. News **104**, 2—3	— 0,3—0,7 Frische Beeren 0,15
Solan. gayan.	Ramdohr, Neger	Pharm. Zentralhalle **39**, 521	etwa 0,03
Solan. grandifl. Ruiz u. Pavon var. β pulverulent. Sendt	Peckolt	Ber. Pharm. Ges. **19**, 202—203	Früchte unreif 0,31, reif 0
Solan. jasminoides	Rentelen	Justs Jahresber. (1881), I., 102	—
Solan. insan. Alessander	„	do. (1889), I., 41	—
Solan. luciri Mart.	Peckolt	Ber. Pharm. Ges. **19**, 205	Blüten 0,812, Blätter 1,69, Beeren 2,471
Solan. Lycopersic.	Peckolt Kennedy	do. **19**, 205 Berzel. Jahresber. (1873), 818	Unreife Frucht ohne Kern 0,31 —
Solan. nigrum	Desfosses	do. (1821), 104	—
Solan. paniculat.	Peckolt	Ber. Pharm. Ges. **19**, 199	Wurzel frisch 0,003, Blätter frisch 0,0045
Solan. Peckolt Davon u. Locsen	„	do. **19**, 190—191	Früchte frisch unreif 0,04, reif 0,019 Blätter 0,252
Solan. sodomaeum	Missaghi G. Oddo u. A. Colombano	Ber. Chem. Ges. **9**, 83 Gaz. chim. ital. **35**, I., 27—45	— Ganze Pflanze 0,26, Beeren 0,26—1,0
Solan. tomatillo	Ramdohr, Neger	Pharm. Zentralhalle **39**, 521	etwa 0,03
Solan. tuberos.	Wintgen Schmiedeberg u. Meyer v. Morgenstern Am. Colombano	Arch. d. Pharm. **244**, 360—372 Arch. f. exp. Path. u. Pharm. **36**, 361 Landw. Vers.-Stat. **65**, 301—388 Gaz. chim. ital. **36**, I., 310	— Keime 0,5, Schalen 0,071 Knollen 0,0058—0,0125 Samen 0,25, Blüten 0,6—0,7, grüne Beeren 1,9
Solan. verbascifol.	Payen, Chevalier	Berzel. Jahresber. **6**, 259	

Cephalanthus occidentalis. Rinde. Cephalanthussaponin. Claasen (187).

50. Caprifoliaceae.

Diervilla lutea. D. japonica und *Symphoricarpus racemosa* enthalten Saponin nach Chanaux (188).

51. Dipsacaceae.

Succisa pratensis L. L. u. M. Cuhel (189).

52. Cucurbitaceae.

Luffa purgans Mart. Frucht nach alter, unsicherer Angabe (190). Saponin.

Megarrhiza californica Torr. (*Echinocystis fabacea* Naud.). Wurzel angeblich mit saponinartigem Glukosid Megarrhin; Young (191).

53. Compositae.

Zinnia linearis Benth. Wenig Saponin in den Blättern. Boorsma (98).

Grindelia robusta Nutt. (*Herba Grindeliae robustae*). Blätter und Blütenköpfe. 2 % Saponin (»Oleoresin«). *Gr. squarrosa.* 0,82 % Saponin. Schneegans (192); Fischer (193).

Eupatorium cannabinum L. Eupatorin (Glukosid) ein unsicheres Saponin.

III. Anhang.

Ähnlich wie die echten Saponine wirken noch andere Stoffe hämolytisch und sind zum Teil mit mehr oder weniger starkem Schaumvermögen in wässriger Lösung ausgezeichnet. Hierher gehören insbesondere Convolvulin und Jalapin. Über diese Körper vergleiche man G. Heinrich (37). Jalapin stammt von *Convolvulus Orizabensis* (Stipites Jalapae), *C. scammoniae* (Scammonium der eingedickte Milchsaft von C. sc.) und *Exogonium Purga.* Convolvulin (Tubera Jalapae) kommt in *Convolvulus* und *Exogonium Purga* vor. Beide Stoffe stehen den Saponinen sehr nahe. Auch »Agaricin« des Lärchenschwammes (*Boletus Laricis*) verhält sich ähnlich. Schließlich ist noch das schäumende Glycyrrhizin aus der Wurzel von *Glycyrrhiza glabra* L. zu erwähnen, das wie Saponin als Schaumerzeugungsmittel in der Mineralwasserfabrikation verwendet wird. Der Saponincharakter des sporadisch in vielen Pflanzen vorkommenden Glycyrrhizins ist durchaus fraglich. Ebenso ist die Zugehörigkeit des aus Alfalfaheu isolierten, stickstoffhaltigen Glukosids $C_{27}H_{37}NO_{16}$ (Alfalfa-Saponin) fraglich, es hat zwar eine hohe Oberflächenspannung, hämolysiert aber nicht.

IV. Literatur.

1. Sieburg, E., Arch. d. Pharm. **251** (1913).
1a. Sieburg, E., Isolierung, Nachweis und Abbaustudien auf dem Gebiet der Saponine. Abderhalden, Handbuch der biol. Arbeitsmethoden (1921), Lief. 12.
2. Van der Haar, W., Biochem. Zschr. **76** (1916), 335, 350.
2a. Van der Haar, Arch. d. Pharm. **250** (1912), 424; **251** (1913), 632.
2b. Rosenthaler, Arch. d. Pharm. **250** (1912), 290.
3. Boas, F., Ber. Deutsche Bot. Ges. **38** (1921), 350; **40** (1922), 32; Biochem. Zs. **117** (1921), 166—214.
4. Kobert, R., Beiträge zur Kenntnis der Saponinsubstanzen. Stuttgart (1904).
4a. Kobert, R., und Mitarbeiter. Neue Beiträge zur Kenntnis der Saponinsubstanzen. I, Stuttgart (1916); II, Stuttgart (1917).
4b. Kobert, R., Sitzungsber. u. Abh. der Naturforscher-Ges. Rostock. N. F. **5** (1913), 89; Zschr. d. Kreises d. Deutschen Zuckerindustrie **64** (1914), 381.
4c. Kobert, R., Spinate als Arzneinahrungsmittel. Beiträge zur Klinik der Tuberkulose **31** (1914), 481.
4d. Kobert, R., Biochem. Handlexikon von Abderhalden (1911), Bd. 7, 145.
5. Greshoff, Beschrijving der giftige en bedwelmende planten bej den vischvang in gebruik. Monographia de plantis venenatis et sopientibus quae ad pisces capiendos adhiberi solent. 2 Bde. Bataviae (1893—1900).
5a. Weiss, Deutsche Parfümeriezeitung **2** (1916), 199.
6. Schaer, E., Arzneipflanzen als Fischgifte. Festgabe des Deutschen Apothekervereins Straßburg 1897. (S. a. Pharmaz. Ztg. 1901.)
6a. Schaer, E., Pharm. Zentralhalle (1913), 1251.
6b. Merck, Jahresber. (1922) 78—88.
7. Windaus, A., Über Cholesterin. Habilitationsschrift, Freiburg (1903). Ber. Chem. Ges. **36** (1903), 3752 u. ff.
8. Klein, G. und Pirschle, K., Biochem. Zeitschr. **143** (1924) 457. Vgl. auch Brunswick, Ztschr. wiss. Mikroskopie **39** (1922) 316.
8a. Rosoll, A., Sitzungsber. Wien. Akad. **89** (1884), 143.
8b. Hanausek, T. F., Chem. Ztg. **16** (1892), 1295.

8c. Combes, R., C. R. Acad. Sc. **145** (1908), 1493.
8d. Reich, A., Sitzungsber. u. Abh. naturf. Ges. Rostock, N. F. **5** (1913), 321.
8e. Tunmann, Pflanzenmikrochemie, Berlin.
9. Traube u. J. Rosenstein, Biochem. Zeitschr. **95** (1919), 98.
10. Siegmund, W., Biochem. Zeitschr. **62** (1914), 353.
10a. Kanzler, L., Beih. Bot. Ztrbl. Abt. I, **41** (1925).
10b. Curini u. Galetti, Staz. speriment. agr. ital. **57** (1923) 147—152.
11. Schreuder, A., Biochem. Zeitschr. **88** (1918), 364.
12. Bäck, H., Biochem. Zeitschr. **86** (1918), 223.
13. Flieger, J., Biochem. Zeitschr. **86** (1918), 243.
14. Brandl u. Mayr, Arch. f. exp. Pathol. u. Therapie.
14a. Dostel, Wien. Klin. Wochenschr. Nr. **14** (1918), 385.
14b. Merck, Jahresber. **31** (1917—18) 469.
14c. Kawashima, Acta schol. med. univ. imp. Kioto, Bd. **4** (1921), 281.
14d. Overton, Lunds Univers. Aasskrift N. F. **2**, 9, Nr. 7; Fisiograph. Sällsk. Hanellingar, N. F. **24** (1918), Nr. 7, Lund.
14e. Yoshitsume Wada, Biochem. Ztschr. **130** (1922), 299.
15. Vestlin, K., Biochem. Zeitschr. **144** (1924), 9.
15a. Vestlin, K., Pharm. Zentralhalle **61** (1920), 77.
16. Kofler, L., Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. **43** (1922), 278.
17. Honda, J., Arch. exp. Path. u. Pharm. **51** (1904), 213.
18. Asashina, Y., u. M. Momo'ya, Arch. d. Pharm. **252** (1914), 56.
19. Power, F. B., u. A. H. Salway, Pharm. Journ. (1913).
20. Flückiger, F. A., Arch. d. Pharm. **210** (1877), 532; W. von Schulz, Arb. Dorp. Pharmakol. Inst. **14**, Stuttgart 1896; F. B. Power u. A. H. Salway, Proc. Chem. Soc. **29** (1913), 273.
21. Brandl, Arch. exp. Path. u. Pharm. **54** (1906), 258.
22. Lawes, E., Verh. Ges. deutsch. Naturf. und Ärzte (1902), II, 2, 660.
23. Kruskal, N., Arb. pharmakol. Institut Dorpat **6** (1891), 45.
24. Masson, G., Bull. Science Pharmacol. (1912), 287.
25. Spiegel, L., Ber. Deutsch. pharm. Ges. **28** (1918), 100.
26. Weil, L., Beiträge z. Kenntnis der Saponinsubstanzen. Dissertation Straßburg (1901); (auch Arch. d. Pharm. **239** [1901], 363).
27. Rosenthaler, L., u. P. Stadler, Ber. Deutsch. pharm. Ges. **17** (1907), 450.
28. Kueny, R., Arch. d. Pharm. **252** (1914), 350.
29. Heyl, G., Arch. d. Pharm. **239** (1901), 451.
30. Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe.
31. Czapek, F., Biochemie der Pflanzen.
32. Boorsma, Meded. s'Lands Plantentuin.
33. Radlkofer, L., Sitzungsber. Münchn. Akad. Wiss. Math. naturw. Kl. (1878).
34. Rosenthaler, Phytochemische Untersuchung der Fischfangpflanze Verbascum sinuatum. Diss. Straßburg (1901).
35. Heiduschka, A., u. H. Sieger, Arch. d. Pharm. **255** (1917), 48. (Vgl. Sieger, H., Diss. München (1915).
36. Waage, Th., Pharm. Zentralhalle (1892).
36a. Waage, Th., Pharm. Zentralhalle (1893).
37. Heinrich, G., Biochem. Zeitschr. **88** (1918), 13.
38. Keegan, Chem. News **112** (1915), 295.
39. Greshoff, Kew Bull. (1909), 397.
40. Dekker, Pharm. Weekbl. **46** (1909), 16.
41. Jorissen, Journ. Pharm. Chim. **11** (1883), 286.
42. Combes, C. R. **145** (1907), 1431.
43. Spica u. Biscaro, Ber. Chem. Ges. 18 (1886), 665, Referat.
44. Trimble, Am. J. Pharm. (1890), 598.
45. Moeller, Tropenpflanzer **3** (1899), 268.
46. Walz, Berzelius Jahresb. **22** (1843), 457. Vgl. auch Arch. Pharm. **225** (1888), 1123.
47. Merck's Jahresb. **5** (1892), 312.
48. Reid, Amer. Journ. Pharm. **64** (1892), 69.
49. Greshoff, Meded. (1900).
50. Honda, Arch. exp. Path. **51** (1904), 211.
51. Boorsma, Meded. (1894), (1899).
52. Wehmer, l. c. 104.
53. Waage, Pharm. Zentralhalle (1892), 671.
54. Ann. Chim. (1888), 314.
55. v. Schulz, Diss. Dorpat (1892); Arb. Pharm. Inst. Dorpat **14** (1896), 14.
56. Kobert, Ber. Pharm. Ges. **22** (1902), 205.
57. Power u. Salway, Journ. Chem. Soc. **105** (1914), 201.
58. Zörnig, Arzneidrogen **2** (1911), 569.
59. v. Schulz, Chem. Ztrbl. (1895), I, 352.
60. Harvard, Bull. Torrey Bot. Club **12** (1885), 120.
61. nach Just, II (1887), 501.
62. Johns, Chernoff u. Viehöver, Journ. biol. Chem. **52** (1922), 335.
63. Dragendorff. Heilpflanzen.
64. s. a. Just, II (1899), 117.
65. Kobert, Arb. Dorp. Pharm. Inst. **6** (1891), 53.
66. Kobert, Chem. Ztg. **41** (1917), 61.
67. Van Scheppenberg, Chem. Weekbl. **46** (1909), 16.
68. Boorsma, Inst. Bot. Buitenzorg.
69. Boorsma (1902).
70. Boorsma, Meded. **31** (1899), 123.
71. Gonnermann, Bioch. Z. **97** (1919), 24.
72. F. Schulz, Z. Zuckerind. Böhm. **41** (1916), 3.
73. Andrlik, ebenda **41** (1917), 581.
74. Kruskal, Arb. Pharm. Inst. Dorp. **6** (1891), 15, 105.
75. Rosenthaler, Arch. Pharm. **243** (1905); **250** (1912).
76. v. Schulz, Arb. Pharm. Inst. Dorp. **14** (1876).
77. Laube, Z. exp. Path. u. Therap. **10** (1912).
78. Brandl u. Mayr, Arch. exp. Path. u. Pharm. **54** (1906), 245.
79. Süss, Pharm. Ztg. **47** (1902), 805.
80. Malafert, Journ. Pharm. Chim. **10** (1846), 339; Z. österr. Ap. Ver. (1865), 40.
81. Grimme, Münchn. med. Wochenschr. (1922), Nr. 2.

82. Trebing, Therapie d. Gegenwart (1923), H. 4.
83. Kofler, Biochem. Zeitschr. **129** (1922), 64—72.
84. Turfanow, Arb. Dorp. Pharm. Inst. **1** (1888), 100.
85. Raymann, Chem. Ztrbl. (1897), I, 230.
86. Schneegans, Pharm. Ztg. Russl. (1891), 534.
87. Boorsma, Bull. Inst. Bot. Buitenz. (1902); Meded. s'Lands Pl. (1897, 1898).
88. Laurén, Schweiz. Woch. f. Pharm. (1896), 278.
89. Schlegel, Am. Journ. Pharm. (1885).
90. Pharm. Zentralhalle **51** (1910), 1104.
91. Power u. Salway, J. Chem. Soc. **103** (1913), 191.
92. Bastik, Pharm. Journ. **12** (1853), 74.
93. Sieburg, Arch. Pharm. **251** (1913), 174.
94. Kobert, Chem. Ztrbl. (1895), I, 1045.
95. Tutin u. Clewer, J. Chem. Soc. **105** (1914), 1845.
96. Bondurant, Amer. Journ. Pharm. (1887), 123.
97. Schroeter, ebenda **63** (1891), 172.
98. Boorsma, Inst. Bot. Buitenz. (1904).
99. Am. Journ. Pharm. (1894, 1889).
100. Ebenda (1892).
101. Boorsma, Inst. Bot. Buitenz. (1902).
102. Rosenthaler, Arch. Pharm. **241** (1903), 614.
103. Bacon u. Marshall, Philippine Journ. of Science **1** (1906), 1037.
104. Greshoff, Ber. Pharm. Ges. **9** (1899), 214.
105. Wehmer, Pflanzenstoffe (1911), 308.
106. Rosenthaler, Z. österr. Ap. Ver. **44** (1906), 147.
107. Just, (1885), II, 446: (1887) I, 179; II, 501.
108. Greshoff, Ber. Chem. Ges. **23** (1890), 3539.
109. Power u. Salway, Pharm. Journ. (1913), 550.
110. Jacobson, Journ. Amer. Chem. Soc. **41** (1919), 640.
111. Moeller, Collegium (1918), 191.
112. Buysman, Apoth. Ztg. **23** (1908), 581; **24** (1909), 43.
113. Thiel, Journ. Pharm. et Chim. (1889), 67.
114. Just, (1896), II, 477.
115. Greshoff, Ber. Chem. Ges. **23** (1901), 363.
116. Dekker, Pharm. Weekbl. **46** (1900), 16..
117. Boorsma, Meded. (1900).
118. Gonnermann, Biochem. Z. **97** (1919), 24.
119. Peckolt, Ber. Deutsch. Pharm. Ges. (1906), 181.
120. Weil, Arch. Pharm. **239** (1901), 263.
121. Weil, Die Saponinsubstanzen, Straßburg (1901).
122. Boorsma, Diss. Utrecht (1891); Nederl. Tijdschr. (1891), 250.
123. Halberkamm, Bioch. Z. **19** (1909), 310.
124. Kutzujama, Arch. Pharm. **213** (1878), 334.
125. Holmes, s. Czapek, Biochemie.
126. Boorsma, Bull. Bot. Inst. Buitenz. (1904).
127. Weil, Arch. Pharm. **239** (1901), 363.
128. Van den Driessen-Mareew, Pharm. Weekbl. **40** (1903), 729.
129. Greshoff, Onderz. Plantenst. Nederl. Indie (1898).
129a. Duyster, M., Pharmak. Weekbl. **60** (1923) 777; auch Dissertation, Leyden, 1923.
130. Weil, Arch. Pharm. **239** (1901), 363.
131. Rosenthaler u. Stadler, Ber. Pharm. Ges. **17** (1907), 450.
132. Wentrup, Diss. Straßburg (1908).
133. Fujitani, Arch. intern. Pharm. Therap. **14** (1906), 353.
134. Greshoff, Meded. s'Lands Plantenst. **19** (1900), 86.
135. Lilly, Ber. Chem. Ges. **15** (1882), 2746.
136. Van der Haar, Diss. Bern (1913); Arch. Pharm. **247** (1909), 213.
137. Van der Haar, Ber. Chem. Ges. **54** (1921), 3142.
138. Flieringa, Arch. Pharm. **249** (1911), 161.
139. Chevalier, Soc. Biol. (1908), 652.
140. Schaer u. Petzold, Arch. exp. Path. u. Pharm. **47** (1901), 128.
141. Frieboes, Beitr. z. Kenntn. d. Guajakpräparate, Stuttgart (1903).
142. Weil, Arch. Pharm. **239** (1901), 363.
143. Boorsma, Meded. (1900).
144. Kobert u. Atlas, Pharm. Zentralhalle (1885); Arb. Pharm. Inst. Dorpat **1** (1888), 57.
145. Greshoff, Ber. Pharm. Ges. (1899), 214.
146. Le Boeuf, C. R. **31** (1850), 652.
147. Weil, Diss. Straßburg (1901).
148. v. Schulz, Arb. Dorp. Pharm. Inst. **14** (1906), 107.
149. Rochleder, Sitzungsber. Wiener Akad. **45**, 675; **55**, 819.
150. Boßhard, Diss. Techn. Hochsch. Zürich (1916).
151. Winterstein u. Blau, Z. f. physiol. Chem. **75** (1911), 410; auch Blau, Diss. Zürich (1911).
152. Kruskal, Arb. Pharm. Inst. Dorpat **6** (1891), 16.
153. Weil, Arch. Pharm. **239** (1901), 363.
154. Greshoff, Ber. Pharm. Ges. **9** (1899), 214.
155. May, Arch. Pharm. **244** (1906), 25.
156. Beitter, Ber. Pharm. Ges. (1902).
157. Peckolt, Ber. Wiener Akad. **54** (2), 462 (1866).
158. Dekker, Pharm. Weekbl. **45** (1908), 1156.
159. Spiegel, Ber. Pharm. Ges. **28** (1918), 100.
160. Winterstein, Z. f. physiol. Chem. **105** (1919), 31.
161. Van Rijn, Die Glykoside, Berlin (1900).
162. Payen, Ann. **37** (1841), 352.
163. Tschirch, Arch. d. Pharm. **246** (1908).
164. Peckolt, Ber. Pharm. Ges. **14** (1904), 28.
165. Michaud, Ber. Chem. Ges. **25**, 283.
166. Fickendey, Tropenpflanzer **14** (1910), 31.
167. Y. Asashina u. M. Momoya, Arch. Pharm. **252** (1914), 56.
168. Masson, Bull. Sci. Pharm. **18** (1911), 85.

169. Weiss, Arch. Pharm. **244** (1906), 221.
169a. Griebel, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. **45** (1923) 175.
169b. Bömer und Mattis, Ztschr. Unters. Nahr.- u. Genußm. **45** (1923) 288.
170. Waage, Pharm. Zentralhalle (1892), 712.
171. Peckolt, Ber. Pharm. Ges. **19** (1901), 292.
172. F. W. Neger, Pharm. Zentralhalle **39** (1898), 521.
173. Reiche, Flora von Chile (1910).
174. Rosenthaler, Arch. Pharm. **240** (1902); **243** (1905).
175. Rosenthaler, Diss. Straßburg (1901).
176. Schmiedeberg, Arch. exp. Path. **3** (1875), 18.
177. Kiliani, Ber. Pharm. Ges. **230** (1892), 361; **231** (1893), 460.
178. Kiliani u. Merck, Ber. Chem. Ges. **34** (1901), 3562.
179. Greshoff, Meded. (1900).
180. Boorsma, Meded. **31** (1899).
181. Chevalier u. Abal, Bull. Sci. Pharm. **14** (1907), 513.
182. Merck, Ber. (1907).
183. Vogtherr, Arch. Pharm. **232** (1894), 489.
184. Steinmann, Am. Journ. Pharm. (1887), 229.
185. Rochleder, Journ. prakt. Chem. **51**, **85**, **105**; Ber. Wien. Akad. **56** (1867).
186. Pelletier u. Caventon, Ann. Chim. et Phys. **46** (1830), (2) 291.
187. Claassen, Arb. Pharm. Inst. Dorpat 8 (1892), 23.
188. Chanaux, Journ. Pharm. Chim. **4** (1911), (7) 248.
189. L. u. M. Cuhel, Pharm. Post **50** (1917), 353.
190. Pharm. Journ. **5** (1845), 569.
191. Young, Am. Journ. Pharm. **55** (1883), 195.
192. Schneegans, Journ. d. Pharm. (1892), 133.
193. Fischer, Pharm. Journ. **19** (1889), 47.

F. Boas.

Schleime.

(H. Melchior, allgemeiner chemischer Teil und Malvaceen-Drogen von E. Konstanty.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Allgemeiner Teil	1831
I. Begriffsbestimmung	1831
II. Einteilung	1831
III. Allgemeine anatomische Verhältnisse	1833
IV. Physikalische Eigenschaften	1838
V. Chemische Eigenschaften	1838
VI. Nachweis und Reaktionen	1840
VII. Verwendung	1842
B. Besonderer Teil	1843
I. Die Interzellularsubstanzschleime	1843
1. Stipites Laminariae	1843
2. Carrageen	1846
3. Agar-Agar	1849
4. Funori-Gelatine	1854
5. Tangschleim	1855
6. Meeresalgen als Nahrungsmittel	1855
7. Helminthochorton	1857
II. Die Membranschleime	1858
8. Ulmenrinde	1858
9. Slippery Elm Bark	1859
10. Loranthus-Vogelleim	1860
11. Mistelschleim	1861
12. Quittensamen	1863
13. Johannisbrot	1865
14. *Gymnocladus chinensis*	1868
15. Bockshornsamen	1868
16. Tragant	1871
17. Leinsamen	1879
18. Lindenblüten	1882
19. Eibischwurzel, -blätter u. -blüten	1884
20. Stockrosenblüten	1888
21. Malvenblätter und -blüten	1889
22. Flohsamen	1892
23. Ispaghulsamen	1894
III. Die Inhaltsschleime	1896
24. Salepknollen	1896
Anhang:	
25. »Varec« oder »Kelp«	1901
26. Isländische Flechte	1902
27. Renntierflechte	1904
28. Eßbare Flechten	1905
(26—28 aus der III. Aufl. übernommen.)	
C. Literatur	1906

A. Allgemeiner Teil.

I. Begriffsbestimmung. Die Trennung der im Pflanzenreich vorkommenden Schleime von den Gummiarten bietet in manchen Fällen Schwierigkeiten, da es einerseits Substanzen gibt, die gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen den beiden Stoffen einnehmen, andererseits beide Arten von Stoffen oft nebeneinander vorkommen. Auch die Abgrenzung der Schleime von den Gallerten ist schwierig und oft nicht durchzuführen. Ferner stellen die Pflanzenschleime selbst weder in chemischer noch in physiologischer Hinsicht einheitliche Substanzen dar. Trotzdem sollen in diesem Werke ebenso, wie es schon an anderen Stellen geschehen ist, die Pflanzenschleime im Sinne Ruhlands zusammengefaßt und einheitlich dargestellt werden.

Auch Gleisberg (1921, S. 248) vertritt neuerdings den Standpunkt, daß Gummi und Schleime zwar als Umwandlungsprodukte der Pektinstoffe miteinander verwandt und beide sowohl chemisch als auch pflanzenphysiologisch die heterogensten Elemente zusammenfassen, daß sie aber trotz ihrer gemeinsamen Beziehungen scharf voneinander zu trennen sind.

Als »Schleime« bezeichnen wir nach ihrer äußeren Eigenschaft mit Ruhland (1906) alle quellbaren, nicht fadenziehenden Polysaccharide im Gegensatz zum Pflanzengummi, der eine klebrige und fadenziehende Konsistenz besitzt. Bezüglich der Quellbarkeit möge gleich an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die gewöhnlich leichte Quellbarkeit des Schleimes in Wasser in manchen Fällen bis zur vollständigen Lösung sich steigern, in anderen aber auch bis zu einem ganz geringen Grade herabgesetzt sein kann.

II. Einteilung der Schleime. Verschiedentlich ist versucht worden, die im Pflanzenreich so verbreiteten Schleime nach bestimmten Gesichtspunkten in Gruppen einzuteilen.

Tschirch (1899, S. 193—194), dem sich in neuerer Zeit A. Meyer (1915, S. 41) anschließt, benutzte dazu in erster Linie das Verhalten gegenüber Jodpräparaten und unterscheidet:

a) Echte Schleime: Sie werden durch Jodschwefelsäure, Chlorzinkjod und Jodjodkalium gelb gefärbt und liefern bei der Oxydation mit Salpetersäure (neben Oxalsäure) Schleimsäure; Kupferoxydammonik löst sie nicht: *Trigonella, Linum, Tilia, Althaea, Rhamnus.*

Eine Sonderstellung nimmt hier nur der Schleim der Samenschale von *Plantago Psyllium* insofern ein, als er durch Kupferoxydammoniak gelöst wird. Ebenso verhält sich *Symphytum.*

b) Zelluloseschleime: Sie werden durch Jodschwefelsäure und Chlorzinkjod gebläut und liefern bei der Oxydation mit Salpetersäure keine Schleimsäure sondern nur Oxalsäure; Kupferoxydammoniak löst sie nicht: *Cydonia, Salvia,* Cruciferae, *Viscum.*

Mangin (1894) und ihm folgend Hérail (1901) teilen die Schleime nach ihrer Gerinnbarkeit und ihrem verschiedenen Färbungsvermögen gegenüber den »Pektin färbenden« Lösungen in folgende Gruppen ein [vgl. auch Tunmann (1913, S. 583), Tschirch (1911, S. 283), Schneider-Zimmermann (1921, S. 279)]:

a) Mucilages simples:

α) Mucilages cellulosiques (= Zelluloseschleime): Sie werden durch Salzsäure-Alkohol völlig unlöslich, durch Jodreagenzien kaum verändert; sie färben sich mit den sog. basischen Farbstoffen nicht, dagegen in saurem Bade mit Orseilline BB und Naphtholschwarz und im alkalischen Bade mit Kongorot, Benzopurpurin und Deltapurpurin: *Orchis.*

β) Mucilages pectosiques (= Pektoseschleime): Sie werden durch Bleiazetat, Sublimat, Alaun und Eisenvitriol zum Gerinnen gebracht, durch Jodpräparate gelb gefäbt; sie färben sich in neutralem Bade mit den sog. basischen Farbstoffen, z. B. Bismarckbraun, Methylenblau, Nilblau, Rutheniumrot: Malvaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Abietineae, Cycadaceae.

γ) Mucilages callosiques (= Kalloseschleime): Sie lösen sich ohne Quellung in verdünnter Natron- und Kalilauge, quellen dagegen in alkalischen Karbonaten und Ammoniak nur auf. Sie färben sich in essigsaurem Bade mit Anilinblau, in alkalischem Bade mit Rosazurin. Auch Corallin-Soda färbt: Schleim der sich auflösenden Wände, wie Siebröhrenkallus, Sporangienwände, Pollenmutterzellwände usw.

b) Mucilages mixtes: Sie stellen ein Gemisch der einfachen Schleime dar; besonders verbreitet sind Schleime, die aus Zellulose- und Pektoseschleim bestehen: *Cydonia, Salvia, Sinapis, Linum, Plantago* usw.

Da überwiegend Schleimgemische auftreten, so ist die Identifizierung eines Schleimes oft sehr schwierig, zum Teil sogar undurchführbar.

Entgegen diesen Einteilungsprinzipien unterscheidet Frank (1866) die vegetabilischen Schleime nach ihrer Entwicklungsgeschichte. Eine derartige Gruppierung hat sich bisher als die beste und natürlichste erwiesen; ihr wird daher heutigentags von den meisten Autoren gefolgt. Auch Tschirch schließt sich in seinem »Handbuch der Pharmakognosie, Bd. II (1911)« dieser Einteilung an.

Frank und Tschirch stellen folgende Schleimgruppen auf:

a) Interzellularsubstanzschleime: Hierunter werden die Schleime verstanden, die von der Mittellamelle gebildet werden und sich daher als sog. Interzellularsubstanz zwischen den einzelnen Zellen befinden.

b) Membranschleime: Tschirch (1899, S. 193): Diese Schleime werden von den sekundären (sekundär hier im Gegensatz zu der primären Mittellamelle gebraucht!) Membranverdickungsschichten gebildet, die man in diesem Falle als Schleimmembranen bezeichnet. Hierher gehören auch jene Schleime, die von den Zellen in Interzellularräume hinein abgeschieden werden.

c) Inhaltsschleime: Tschirch (1911, S. 282): Es sind Schleime, die im Zellinhalt auftreten, die also innerhalb des

Plasmaschlauches gebildet werden und mit der Zellmembran entwicklungsgeschichtlich nichts zu tun haben.

So einfach eine derartige Einteilung auch anmutet, so bestehen doch in der Wirklichkeit oft Zweifel, welcher Kategorie ein vorliegender Schleim zuzuzählen ist. Dies möge die Tatsache erhellen, daß früher sehr viele Schleime als Inhaltsschleime angesehen wurden, die sich nachträglich bei genauerem Studium als Membranschleime erwiesen haben.

Tschirch (1911, S. 280) vereinigt alle Schleime, die ihrer Entwicklung nach den Membranen angehören (Interzellularsubstanzschleime und Membranschleime), also Membranine darstellen, unter dem Namen Koryzo-Membranine und nennt die betreffenden Drogen Koryzo-Membranindrogen.

Leider wird der Ausdruck Membranschleime neuerdings auch in einer von obigem abweichenden Bedeutung gebraucht. So bezeichnet z. B. Molisch (1921, S. 350) die Interzellularsubstanzschleime ebenfalls als Membranschleime. Doch empfiehlt es sich wohl, den Ausdruck in der begrifflichen Umgrenzung, die ihm Tschirch gegeben hat, beizubehalten und als Membranschleime auch in Zukunft nur solche zu bezeichnen, die der sekundären Membran angehören.

A. Meyer (1915, S. 40) verwendet für die Schleimmembranen die Bezeichnung Schleimlamellen.

III. Allgemeine anatomische Verhältnisse. Schleime treten im ganzen Pflanzenreich auf, bei den Bakterien, Algen, Pilzen, Flechten, Moosen und Farnen sowohl als auch bei den Gymnospermen und Angiospermen. Sie bilden für die Charakterisierung mancher natürlichen Pflanzengruppen und vieler Familien ein wichtiges Merkmal. Und zwar findet sich der Schleim bei den betreffenden Pflanzen entweder gleichzeitig in allen ihren Organen oder er ist nur auf bestimmte Teile beschränkt.

a) Die Interzellularsubstanzschleime.

Interzellularsubstanzschleime sind im Pflanzenreich nicht weit verbreitet, sondern kommen nur bei den Kryptogamen, besonders den Phaeophyceen (Braunalgen) und Rhodophyceen (Rotalgen) vor. Die Mittellamelle dieser Algen ist bald in Form einer dünnen Kittmasse, bald in Gestalt mehr oder weniger mächtiger Schleimmassen ausgebildet. Das letztere trifft vor allem für die Laminarien, Fucaceen und Florideen zu. Die Interzellularsubstanzschleime scheinen nicht als solche angelegt zu werden, sondern durch Metamorphose aus der primär gebildeten Mittellamelle hervorzugehen. Jedoch bleibt dies in den einzelnen Fällen noch zu untersuchen.

Die Räume, die den Schleim enthalten, bezeichnet man je nach ihrer Ausdehnung als Schleimlücken oder Schleimgänge. Sie durchziehen bei den Laminarien im ausgebildeten Zustand als anastomosierende Kanäle die inneren Rindenteile, wo sie ihre größte Weite besitzen, und senden von hier aus schmale Kanäle durch die jüngeren Rindenteile bis unmittelbar unter die äußerste Zellschicht. Bei den Fucaceen sind sie dagegen im Markgewebe ausgebildet.

Bemerkenswert ist, daß, wie Oltmanns (1922) angibt, bei der Familie der Laminariaceae einzelne Gattungen keine Schleimgänge besitzen, und daß es sogar innerhalb der Gattung *Laminaria* selbst solche Arten gibt. Vgl. auch Jendo (1919, S. 36).

b) Die Membranschleime.

Während man früher die schleimigen Wandverdickungsschichten fast ausnahmslos verkannt hat, haben sich bei genauerer Untersuchung weitaus die meisten Pflanzenschleime als Membranschleime erwiesen. Naegeli und Cramer (1885) waren die ersten, die dies erkannten. Von späteren Untersuchungen sind vor allem die Arbeiten von Frank (1866), Tschirch (1889), Nadelmann (1890), Walliczek (1893) und Czapek (1913) zu erwähnen.

Die Membranschleime werden in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als solche in Form von sekundären, gallertigen Verdickungsschichten (Schleimmembranen) abgelagert. Nur selten (Markzellen der Tragantsträucher, Schleimhöhlen der Tiliaceae, Samenschalen

von *Theobroma*) scheint zunächst eine Zellulosemembran abgelagert zu werden, die dann durch nachträgliche Metamorphose in Schleim umgewandelt wird (Tschirch, 1889, S. 194, 215). Früher glaubte man, daß eine solche Schleimmetamorphose für alle Membranschleime in Frage kommt. Die primären Membranen werden nur im Falle hochgradiger Verschleimung ebenfalls in Schleim übergeführt.

Entsprechend der weiten Verbreitung der Membranschleime und der Häufigkeit ihres Auftretens (vgl. unten) ist auch die Ausbildung der schleimführenden Zellen, Zellkomplexe oder Organe, sowie der Ort ihres Vorkommens sehr verschiedenartig. Ebenso haben sie eine sehr verschiedene biologische Bedeutung.

Epidermaler Natur sind zunächst die schleimabsondernden Trichome, die in Form von Schleimhaaren, Schleimpapillen und Schleimdrüsen auftreten. Als Schleimhaare bezeichnet man die kurzlebigen, gewöhnlich nur an jungen Organen, namentlich an Laubknospen auftretenden Haare, bestehend aus einigen niedrigen Fußzellen und aus einer keulenförmigen bis mehr oder weniger kugeligen, den Schleim absondernden Endzelle. Auch die Samenschalen sind öfters mit Schleimhaaren versehen (z. B. Acanthaceae, Compositae). Bei den *Ruellia*-Arten sind diese Schleimhaare noch durch die Ausbildung zahlreicher ringförmiger und der Kutikula angehörender Verdickungsringe ausgezeichnet, die gleich Hülsen die Scheimmembranen beim Aufquellen zusammenhalten. — Zu keulenförmigen, dünnwandigen Schleimpapillen oder Keulenpapillen wachsen bei den Hepaticae (fast allen anakrogynen Jungermanniacae) einzelne Oberflächenzellen in der Nähe des zarten Sproßscheitels aus und hüllen diesen in Schleim ein. — Schleimdrüsen sind im Gegensatz hierzu Trichome, bei denen auf einem meist kurzen Stiel ein mehrzelliges, Schleim absonderndes Köpfchen sitzt. Sie finden sich bei zahlreichen Wasserpflanzen (z. B. Nymphaeaceae), doch auch bei den Landpflanzen (z. B. *Viola*). Bei den Plumbaginaceae sind sie nach Wilson (1850) [vgl. auch Solereder (1899, S. 563)] meist über die Epidermis emporgehoben oder seltener in das Blattgewebe eingesenkt.

Entgegen früheren Angaben tritt bei allen diesen Schleimorganen der Schleim von vornherein als Bestandteil der Zellwand auf, indem bestimmte Membranschichten unter der Kutikula verschleimen und diese blasig abheben. Bei den Schleimdrüsen erfolgt nach Tunmann der Austritt des Schleimes nur an einzelnen Stellen der Kutikula und kann wiederholt vor sich gehen, da die subkutikulare Schleimbildung andauert.

Die Schleim abscheidenden Trichome dienen dadurch, daß sie die betreffenden Organe mit Schleim überziehen, bei den Landpflanzen als Transpirationsschutz, bei den Wasserpflanzen vielleicht als Schutz gegen das Bewachsen mit Epiphyten, bei den Samenschalen als Befestigungsmittel am Boden und gleichzeitig zur Wasserspeicherung. Nach Goebel 1893) und Schilling (1894) stellt der Schleimüberzug von Wasserpflanzen einen Schutz gegen die Auslaugung durch das Wasser dar.

Sehr häufig sind die Epidermiszellen der Blätter selbst — besonders die der Blattoberseite — schleimführend, seltener dagegen die der Stengelorgane (Schleimepidermis, Tschirch 1889, S. 200, 204). Die häufig gegen das Zellumen durch eine (tertiäre) Zelluloselamelle abgegrenzten Schleimmembranen gehören meist den Innenwänden, seltener auch den Außenwänden an (Walliczek). Das Lumen der Zellen ist meist bis auf einen kleinen Spalt reduziert. Durch die oft ausgebildete tertiäre Zelluloselamelle wird eine teilweise mehrreihige Epidermis leicht vorgetäuscht. Gewöhnlich sind nur einzelne Zellen schleimführend, die mit den schleimfreien in Größe und Gestalt übereinstimmen oder aber durch bedeutendere Größe ausgezeichnet sind und sich dann in das darunter liegende Mesophyll halbkugelig oder kegelförmig vorwölben. Mitunter sind kleinere oder größere Zellkomplexe verschleimt. Ist die ganze Epidermis schleimführend, so entsteht eine förmliche Schleimschicht, an deren Bildung sich auch die Wände der angrenzenden subepidermalen Zellschicht

beteiligen können. Epidermale Schleimzellen finden sich z. B. bei den Urticaceae (vgl. Guérin), Leguminosae, Rutaceae, Sapindaceae, Theaceae, Tiliaceae, Sterculiaceae, Thymelaeaceae, Ericaceae usw. (vgl. auch Radlkofer, Walliczek, Kruch und Solereder 1908, S. 316). — Im Gegensatz hierzu ist bei den Buccu-Blättern die unter der Epidermis liegende Zellreihe als Schleimhypoderm entwickelt, dessen Zellen bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind und bei Wasserzufuhr sich auf das Doppelte strecken.

Die biologische Bedeutung der epidermalen oder subepidermalen Schleimzellen und die physiologische Funktion dieser Schleime ist wohl in der Wasserspeicherung zu suchen (Walliczek).

Bei den Samen zahlreicher Pflanzen, besonders solcher trockener Standorte, ist die Epidermis als ein oberflächliches Schleimgewebe, die sogenannte Schleimzellschicht ausgebildet, die dann eine Quellschicht darstellt. Welche Wände der oft ziemlich großen Zellen mit sekundären Schleimverdickungsschichten versehen sind, ist in den einzelnen Fällen verschieden. Entweder sind nur die Außenwände verdickt (*Cydonia, Plantago, Sinapis*) oder die Außen- und Innenwände (*Linum, Cannabis*) oder die Außen- und Seitenwände (*Teesdalia*); bei anderen wieder vornehmlich die Seitenwände (Acanthaceae, Polemoniaceae, Labiatae). Nicht selten ist die Erscheinung, daß eine Partie der Seitenwände nicht quellungsfähig ist, sich vielmehr beim Quellungsprozeß in ein oder mehrere Schraubenbänder spaltet, die mit den Schleimmassen herausgerissen werden (Spiralfasern Hofmeisters). Diese Spiralbänder gehören entweder der innersten Verdickungsschicht (= tertiären Membran) der Seitenwände (z. B. Perikarp der Teilfrüchte von *Salvia*) an, oder aber sie werden von einer der sekundären Membranen gebildet (*Teesdalia*). Auch bei vielen anderen Gattungen sind derartige Faserschichten beobachtet worden (*Ocimum, Senecio, Ipomoea*, verschiedene Polemoniaceae usw.). Entwicklungsgeschichtlich gehören hierher noch die mit sehr eigenartigen spiraligen und sich haarartig vorstülpenden Membranverdickungen versehenen, sogenannten Schleimhaare an der Samenschale verschiedener Lythraceae (Correns u. a.). — Die »Quellschichten« brauchen nicht nur die oberflächliche Zellage der Samen einzunehmen, sondern treten bisweilen auch im Innern der Samenschale oder an ihrer Innenfläche auf.

Als Schleimzellschichten ausgebildete Epidermen kommen bei Früchten selten vor, so z. B. bei den Nyctaginaceae (Heimerl).

Die biologische Bedeutung dieser Schleimzellschichten besteht wohl darin, daß sie die Samen oder Früchte am Boden befestigen (Klebs, 1885, S. 581; Tschirch, 1889) und gleichzeitig einen wirksamen Schutz gegen das Austrocknen darstellen. Doch scheinen sie auch für die Ernährung des keimenden Samens von Bedeutung zu sein (Ravenna e Zamorani, 1910).

Der von Jönsson (1902) an den Zweigen und Ästen holziger Wüstenpflanzen aus den Familien der Leguminosae, Chenopodiaceae und Polygonaceae aufgefundene Schleimkork stellt vom Phellogen abstammende Zellkomplexe dar, die durch Sprengung der darüber liegenden Korkschichten an die Oberfläche gelangt sind und nicht nur als wasserspeicherndes, sondern auch als wasserabsorbierendes Gewebe fungieren.

In den vegetativen Organen (Blattgewebe, Rinde und Mark von Stengel und Wurzel) kommt es, abgesehen von der erwähnten Schleimepidermis und -hypoderm, meist nur zur Ausbildung idioblastischer Schleimzellen oder Schleimzellgruppen. Die betreffenden Zellen sind meist ringsum gleichmäßig mit Schleimmembranen versehen und dadurch oft so stark verdickt, daß ihr Lumen auf einen kleinen Punkt oder schmalen Spalt reduziert ist. Ist die Verdickung auf gewisse Partien der Zellwand beschränkt, so zeigt das stark reduzierte Zellumen eine exzentrische Lagerung. Die einzeln oder in Gruppen beieinander liegenden Schleimzellen kommen entweder in allen Organen der betreffenden Pflanzen vor oder sind auf einzelne beschränkt, und finden sich in großer Anzahl vor allem bei den Urti-

caceae (vgl. Guérin) Malvaceae, Sterculiaceae, Rhamnaceae, Simarubaceae, Vitaceae, Tiliaceae, Lauraceae, Gentianaceae und in vielen anderen Familien. Auch die Cactaceae mit ihrem vielumstrittenen Schleim gehören wahrscheinlich hierher. Erwähnt werden möge noch, daß bisweilen (z. B. bei *Cinnamomum Cassia*) die Schleimzellen eine dünne Suberinlamelle besitzen, innerhalb welcher sich dann erst die Schleimmembranen befinden.

Verquellen nachträglich die Schleimmembranen der einzelnen Zellen einer Schleimzellgruppe und fließen ineinander, so entstehen die sogenannten Schleimlücken oder Schleimhöhlen, die demnach lysigenen Ursprunges sind. Dabei zerreißen die primären Membranen oder lösen sich gelegentlich in der Schleimmasse auf. Eine scharfe Grenze zwischen diesen oft sehr großen und dann bei den Blättern häufig eine durchsichtige Punktierung hervorrufenden Schleimlücken und den soeben besprochenen Schleimzellgruppen besteht natürlich nicht. Schleimlücken sind in zahlreichen Familien angetroffen worden, besonders bei den Malvaceae, Sterculiaceae (Dumont, 1887) und Tiliaceae, wo sie in der Rinde, im Mark, in den Blattstielen, Kelchblättern und Kronenblättern auftreten. Auch bei den Simarubaceae, Rhamnaceae, Combretaceae, Apocynaceae usw. sind sie mehr oder weniger verbreitet. Gelegentlich werden die Schleimlücken trotz ihres lysigenen Ursprunges von einem Epithel umschlossen (Apocynaceae nach Spire, 1905).

Die bei den Pflanzen zu beobachtenden Schleimgänge können zweierlei Ursprunges sein. Meistens entstehen sie, wie die Schleimlücken, lysigen aus einer Reihe von Schleimzellen, deren Schleimmembranen bald verquellen und durch Zerreißen der trennenden primären Membranen zu einer einzigen großen Schleimmasse zusammenfließen. Daher finden sich häufig Übergänge zwischen den Schleimlücken und diesen mehr oder weniger langgestreckten Schleimgängen. Die lysigenen Schleimgänge treten meist im Mark und in der Rinde auf; so bei Tiliaceae, Rhamnaceae und Cactaceae, deren Schleim früher als Inhaltsschleim aufgefaßt wurde, ferner bei Malvaceae, Vitaceae, Rosaceae, Moraceae und einigen anderen Familien. Bei bestimmten Sterculiaceen und Leguminosen treten die Schleimgänge auch im Holzkörper älterer Achsen auf. Zuweilen trifft man sie auch im Blatt (Blattnerven) an. — Schizogener Art ist dagegen die Entstehung der Schleimgänge bei den Cycadaceen (Kraus), Marattiaceen (Harting und De Vries) und Lycopodiaceen (Hegelmaier, 1872), d. h. durch Auseinanderweichen von Zellen werden im Gewebe Hohlräume gebildet, in die hinein die angrenzenden Zellen Schleim absondern und die sie schließlich ganz damit anfüllen. Die den Hohlraum auskleidenden Zellen sind entweder von dem umgebenden Gewebe nicht weiter verschieden oder aber als ein deutliches Epithel entwickelt. Diese Schleimgänge stellen also gangförmige Exkretbehälter dar, die bei den Cycadaceen vorzugsweise in der Rinde der Stammorgane auftreten, bei den Marattiaceen aber in größerer Zahl Mark und Rinde des Stammes durchziehen und dabei vielfach verästelt sind und miteinander anastomosieren.

Eine auf Schleimmembranen zurückzuführende Verschleimung ganzer Gewebe ist sehr selten. Sie ist bisher an dem Schwammparenchym verschiedener Apocynaceen-Gattungen und bei der Solanaceen-Gattung *Sclerophylax* beobachtet worden (Radlkofer, Hallier). Das gesamte Mesophyll der mittleren Teile der Blattspreite ist bei bestimmten *Gentiana*-Arten verschleimt (Perrot).

Über die Funktion der Schleimzellen, Schleimlücken und Schleimgänge sind wir noch wenig unterrichtet. Im allgemeinen wird angenommen, daß sie Organe der Wasserspeicherung darstellen. Die Membranschleime der Wurzel (z. B. *Althaea*) sind vielleicht Reservestoffe (Tschirch, 1899, S. 205). Welche Bedeutung sie in der Rinde (*Cinnamonum Cassia*) haben, ist völlig unbekannt.

Zahlreiche Leguminosen-Samen besitzen ein von Tschirch (1899, S. 204) als solches bezeichnetes Schleimendo-

sperm, d. h. das Endosperm besteht aus Zellen, deren Lumen durch stark ausgebildete sekundäre Schleimmembranen bis auf einen schmalen Spalt reduziert ist. Der Membranschleim wird gewöhnlich direkt als solcher gebildet, seltener geht er aus der Metamorphose von Zelluloseschichten hervor. Schleimendosperme kommen in den Gattungen *Trigonella, Trifolium, Medicago, Ceratonia, Cassia, Tetragonolobus, Gleditschia, Indigofera, Colutea, Gymnocladus* usw. vor und besitzen ohne Zweifel den Charakter von Reservestoffen.

Reich an Membranschleim sind auch viele Algen (z. B. Desmidiaceen, *Spirogyra* usw.), doch ist hier die Abgrenzung gegenüber den Gallerten oft recht schwierig, und in der Literatur wird hierbei Schleim und Gallerte als gleichbedeutend hingestellt (vgl. besonders Hunger 1899, und Schröder 1901, 1903).

c) Die Inhaltsschleime.

Die Schleime, die entwicklungsgeschichtlich als Bestandteile des Zellinhaltes auftreten, sind bisher nur wenig untersucht worden und scheinen, abgesehen von dem Raphidenschleim, verhältnismäßig selten und fast ganz auf die Monokotyledonen beschränkt zu sein. Früher hielt man die Inhaltsschleime für im Pflanzenreich weiter verbreitet und rechnete hierher noch eine ganze Anzahl anderer Schleime, z. B. die der Tiliaceae, Sterculiaceae, Cactaceae, die sich jedoch bei genauerer Untersuchung als Membranschleime herausstellten. — Tschirch (1911, S. 374) äußert die Meinung, daß die Inhaltsschleime ein Übergangsglied zu den Schleimmembranen darstellen, »welches sich chemisch an die typischen Membranine anschließt, morphologisch allerdings noch nicht jene normale Ausbildung erlangt hat. Es macht bisweilen den Eindruck, daß eine peripherische, parietal gelagerte Plasmaschicht die normale Auflagerung des Schleims in Form von normalen Schleimmembranschichten hindert.«

Der Inhaltsschleim ist in seinem Vorkommen entweder auf besondere Zellen eines Gewebes beschränkt (*Orchis*) oder findet sich im ganzen Gewebe gleichmäßig verteilt und stellt eine homogene, seltener eine körnige Masse dar. Bei *Orchis* dagegen erfüllt er das ganze Innere der betreffenden Zellen, wird von einem feinen Plasmanetz umgeben und außerdem von zarten Plasmafäden durchzogen (A. Meyer 1886, Kohl).

Inhaltsschleime finden sich besonders in dem Parenchymgewebe der unterirdischen Reservestoffbehälter, so in den Schalen der Zwiebeln (*Allium Cepa, Urginea maritima*), in Knollen (*Orchis*) und Rhizomen (*Agropyrum repens, Symphytum officinale*), und fungieren zweifellos als Reservestoffe, in manchen Fällen vielleicht auch als Wasserspeicher. Der Schleim von *Symphytum* soll ein Schutzmittel gegen Tiere darstellen (Payer). In den oberirdischen Organen kommen sie in den Blättern und dem Markkörper gewisser Sukkulenten (*Aloe, Agave* usw.) vor und dienen hier, da der Schleim das Wasser schwerer verdunsten läßt als gewöhnlicher Zellsaft, zur Wasserspeicherung. Auch die Blattstiele von *Tussilago farfara* sollen nach den bisherigen Angaben Inhaltsschleime besitzen.

Raphidenschleim: Als solchen bezeichnet man die innerhalb des Plasmas befindliche schleimige Substanz, in der die Raphiden eingebettet liegen. Raphidenzellen treten bei den Monokotyledonen (z. B. Commelinaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae) sehr häufig auf, bei den Dikotyledonen aber seltener, und sind bisweilen verkorkt. Da der Raphidenschleim jedoch technisch und wirtschaftlich keinerlei Verwendung findet, so erübrigt sich ein weiteres Eingehen auf ihn in diesem Abschnitt, und es möge nur kurz erwähnt werden, daß er im Gegensatz zu den anderen Schleimen nicht doppelbrechend ist und in seinen Reaktionen auch sonst in mancherlei Beziehung von ihnen abweicht. In chemischer Hinsicht ist er noch ganz unbekannt, doch soll er nach Tunmann (1913) den Pektinschleimen am nächsten stehen. Über die Inhaltsstoffe und die Bedeutung dieser Schleime im Stoffwechsel der Pflanzen vgl. man die Arbeiten von Onken (1922, S. 321) und Ziegenspeck (1924, S. 172).

Den Raphidenschleimen schließen sich die in den Schleimzellen mancher Vitaceae,

Oenotheraceae und Rubiaceae vorkommenden Inhaltschleime an. Diese Schleimzellen sind daher als »unvollkommene Raphidenschläuche« gedeutet worden, d. h. als solche, in denen die Ausbildung der Raphiden unterbleibt.

IV. Physikalische Eigenschaften. Optisches Verhalten: Alle Schleime (mit Ausnahme des Raphidenschleims) sind, wenn sie trocken unter dem Deckglas beobachtet werden oder Alkoholmaterial vorliegt, stark lichtbrechend (Tunmann 1913, S. 579), während Mangin dies nur für reine Zelluloseschleime in Anspruch nahm. Erst beim Aufquellen verschwindet die Doppelbrechung dann langsam.

Farbe: Die Schleime sind für gewöhnlich farblos, bei der Fällung durch Alkohol tritt jedoch häufig eine gelbe, gelegentlich sogar braune (Marchantiaceae, Prescher 1882) Färbung auf. Im polarisierten Licht leuchtet der Schleim von *Orchis* in den peripheren Teilen gelb, in den zentralen Teilen blauviolett auf; der von *Linum* zeigt dabei im Trockenpräparat eine tiefgelbe Farbe, die bei Wasserzutritt in Grau umschlägt und schließlich verblaßt (Tunmann).

Struktur: Im lebenden Zustand ist an den völlig homogen erscheinenden Schleimen eine feinere Struktur nicht zu erkennen. Eine Ausnahme hiervon machen die Schleimzellen der Rinde von *Cinnamomum Cassia* und (nach Longo) die mancher Kakteen, die eine deutliche Schichtung zeigen. Sonst treten feinere Strukturen, wie Schichtung, radiale Streifung, radiale Risse, tüpfelartige Kanäle, körnige Fällungen usw. erst nach Behandlung mit Reagenzien, vor allem bei langsamem Aufquellen, hervor. Ähnliches kann längeres Verweilen in Alkohol bewirken. So bei *Althaea* und *Tilia* und ferner bei verschiedenen Kakteen (Longo), bei denen die vorher homogenen Schleimzellen dann entweder gestreift oder schwammig strukturiert erscheinen. Auch die mit Kupfersulfat und Kalilauge behandelten Präparate zeigen oft eine auffallende Struktur der Schleime: konzentrische und exzentrische Schichtung, Netze, Fäden und Waben (Molisch 1921, S. 349). Die Schichtung des Schleimes beruht in den allermeisten Fällen auf verschiedenem Wassergehalt, bei den *Cydonia*-Samen nach Frank jedoch darauf, daß in Wasser lösliche Schichten mit solchen abwechseln, die in Wasser aufquellen.

Quellbarkeit: Die Schleime sind im Wasser meist leicht und hochgradig quellbar. Doch treten auch hier, wie bereits oben kurz erwähnt wurde, mancherlei Unterschiede auf. So quellen die Schleimzellschichten der Samenschalen sehr stark, ja bis zur Lösung auf, während z. B. der Schleim von *Cinnamomum Cassia* schwer löslich ist. Auch kann in manchen Fällen (Lythraceae) der Schleim durch längeres Aufbewahren in Alkohol dermaßen gehärtet werden, daß ein Verquellen sogar bei längerem Kochen in verdünnter Kalilauge nicht mehr eintritt. Gering ist auch die Quellbarkeit der meisten Schleimendosperme.

Infolge ihrer Quellbarkeit in Wasser ist zum Studium der Schleime Alkoholmaterial (in absolutem Alkohol!) oder getrocknetes Material zu verwenden, oder aber das letztere, nachdem es nur in der feuchten Kammer erweicht worden ist.

V. Chemische Eigenschaften. In chemischer Hinsicht sind wir bisher noch wenig über die Schleime unterrichtet, zumal wir in ihnen nicht einheitliche Substanzen haben, vielmehr die Zusammensetzung für die einzelnen Pflanzen eine verschiedene ist. Mitunter können Spaltungsprodukte auf eine Ähnlichkeit in der Zusammensetzung schließen lassen. Die Untersuchung der Schleime erschweren vielfach die sie begleitenden und zugleich mit ihnen in den Zellen vorhandenen Plasmateile und anderen organischen Substanzen, von denen eine Trennung auf große Schwierigkeiten stößt.

In der älteren Literatur findet man daher auch keine Unterschiede zwischen Schleimen und Pektinen einerseits und Schleimen und Gummiarten andererseits, wenn auch zugegeben werden muß, daß die zahlreichen Übergänge zwischen Schleimen und Gummiarten und Schleimen und Pektinen, welch letztere den Schleimen sehr ähnliche Reaktionen geben, nicht gerade zur Entwirrung und Klärung der einzelnen Fragen beigetragen haben. Die Schleime unterscheiden

sich von den Gummiarten, wie Czapek (1913) sagt, dadurch, daß bei der Bildung der Schleime Dextran beteiligt ist, und daß sie im Gegensatz zu den Pektinen keine Gallerten liefern. Gummiarten und Pektine geben bei der Hydrolyse keine Glukose. Ferner hat man aber auch Übergänge zu Lichenin, Amyloid, Zellulose und Reservezellulose zu verzeichnen.

Schmidt (1922, S. 1009) gibt für die Schleime folgende Definition: »Als Pflanzenschleime und veg. Gallerten bezeichnet man wenig charakterisierte Stoffe, welche in zahlreichen Pflanzen vorkommen und beim Übergießen mit kaltem oder warmem Wasser schleimige Flüssigkeiten liefern. Die Schleime scheinen in naher Beziehung zu stehen einerseits zur Zellulose, andererseits zum Arabin.“

Zur Darstellung der Schleime extrahiert man die gepulverten Substanzen mit Wasser und erhält nach der Filtration klare, mehr oder weniger farblose Flüssigkeiten, aus denen die Schleime durch Alkohol oder Glyzerin — hierbei aber unter Gelb- bis Braunfärbung — wieder gefällt werden können. Dasselbe geschieht auch bei Zusatz von Salzlösungen, wodurch Niederschläge flockig-fädiger und gallertiger Natur entstehen. Nach dem Abfiltrieren löst man den auf dem Filter bleibenden Niederschlag wieder in Wasser und wiederholt das Ausfällen und Aufnehmen noch mehrere Male hintereinander, um dann schließlich durch Dialyse die restlichen Salze zu entfernen.

Pohl (1890, S. 151) hat eine Tabelle ausgearbeitet, nach der er folgende Unterscheidungsgruppen festgelegt hat:

Durch Ammoniumsulfat $(NH_4)_2SO_4$ werden gefällt: Althaea-, Cydonia-, Leinsamen- und Tragantschleime.

Durch Ammoniumsulfat, Ammoniumphosphat und Kaliumacetat nur Carraghen.

Durch Natriumsulfat, Ammoniumsulfat, Magnesiumsulfat und Ammoniumphosphat Salepschleim.

Schleime sind in Alkoholen, Äther und Schwefelkohlenstoff (Molisch 1921) unlöslich und können daher durch diese Stoffe leicht aus ihren Lösungen gefällt werden.

Ihrer chemischen Konstitution nach sind nach Tollens (1914, S. 486) die Pflanzenschleime Kohlehydrate nahezu der Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ oder $(C_6H_{10}O_5)n$. Durch Hydrolyse mit verdünnten Säuren entstehen Glukosen (Hexosen und Pentosen). Sehr häufig werden auch bei der Hydrolyse Zellulose oder auch der Zellulose ähnliche Substanzen in Flocken abgeschieden.

Gadinier (1887, S. 27) sieht in den Schleimen Hydrationsprodukte der Zellulose, eine Ansicht, der vielfach widersprochen worden ist.

Um eine Übersicht über die Zusammensetzung der Schleime geben zu können, seien hier die Produkte der Hydrolyse der wichtigsten Schleime wiedergegeben. Es liefert der Schleim von

Althaea (Czapek 1913): 5,47 Araban, 8,21 Galaktan und 21,05 % vergärbaren Zucker als Glukose berechnet.

Astragalus: Xylose, Arabinose, etwas Fukose und nach Euler (1908) einen Xylanester der Bassorinsäure.

Carraghen: Galaktose, Glukose und Fruktose (nach Sebor 1900—1901).

Cydonia: Arabinose (nach Gans und Tollens 1889, S. 245), ferner nach Schmidt (1922) Glukose und Xylose. Letztere konnte von Schulze und Tollens (1892) isoliert werden.

Eucheuma und andere Agarlieferanten: Lävulinsäure und d-Galaktose neben Abscheidung von Zelluloseflocken.

Linum usitatissimum: nach Hilger (1903, S. 3198) Galaktose, Glukose, Arabinose und Xylose.

Laminaria-Arten: nach Bauer (1889) Dextrose.

Opuntia vulgaris: zum größten Teil Araban und Galaktan.

Orchis morio und andere Salep liefernde *Orchis*-Arten: d-Mannose neben wenig Mannabiose.

Plantago psyllium: Xylose, Arabinose, in geringer Menge Dextrose und Galaktose.

Porphyra laciniata: nach Tollens und Oshina: i-Galaktose, Glukose, d-Mannose und Fukose.

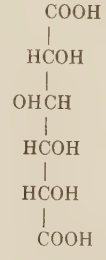
Sassafras officinale: Arabinose und Dextrose.

Ulmus fulva: Fructosan, 12,18 % Pen-

tosane, 10,26 % Methylpentosane und 26,25 % Galaktan.

Die Zelluloseschleime werden durch Salpetersäure zu Oxalsäure oxydiert. Die echten Schleime geben neben Oxalsäure noch Schleimsäure, was auf eine Anwesenheit von Galaktosegruppen schließen läßt, z. B. Leinsamenschleim [nach Vanquelin (1811) und Cullivan (1884)] und Althaeaschleim. Salepschleim gibt nach Tollens und Gans Zuckersäure. Auch findet man Schleime, die nicht mit Salpetersäure reagieren, wie z. B. der Schleim von *Plantago psyllium* (Braconnot 1841).

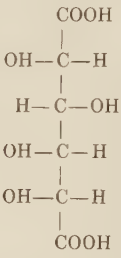
Nur noch kurz möge hier auf die Zucker- und Schleimsäuren eingegangen sein. Die d-Zuckersäure $C_6H_{10}O_8$ wird am



einfachsten dargestellt, indem man Stärke in Wasser löst und mit Salpetersäure versetzt. Sobald sich beim Erhitzen rotbraune Dämpfe entwickeln, kühlt man ab und erhält einen Sirup. Diesen löst man in Wasser, neutralisiert mit Kaliumkarbonat und übersättigt mit Essigsäure. Aus dem Kaliumsalz stellt man das Silbersalz der Zuckersäure dar und setzt durch Hinzufügen von Salzsäure letztere in Freiheit. Unerwähnt sollen ferner nicht bleiben die Darstellungsweisen der Zuckersäure aus Glukonsäure, Maltose, Saccharose, Glukoronsäure, Raffinose und Arabischem Gummi.

Die Säure stellt eine dickliche, sirupartige Flüssigkeit dar, deren Lösungen nicht haltbar sind, vielmehr unter Wasserabgabe ein Lakton $C_6H_8O_7$ bilden. Das Lakton, welches wahrscheinlich ein γ-Lakton ist, bildet Kristalle vom Schmelzpunkt 130—132°. Die Zuckersäure ist in Alkohol leichter löslich als in Äther. Der polarisierte Lichtstrahl wird schwach nach rechts abgelenkt. Durch Einwirkung von Salpetersäure bildet sich Weinsäure, sowohl die razemische als auch die d- und l-Weinsäure. Durch H_2SO_4 und Mangandioxyd entsteht Ameisensäure, durch Kaliumpermanganat Oxalsäure und d-Weinsäure. Die trockene Destillation gibt neben Brenzschleimsäure in der Hauptmenge Kohlendioxyd.

Die l-Zuckersäure stellt man außer aus Schleimen durch Oxydation von l-Glukonsäure oder l-Glukose mit Salpetersäure dar.



l-Zuckersäure

Die Schleimsäure $C_6H_{10}O_8$ kann erhalten werden durch Oxydation von Galaktose, Raffinose und Laktose, auch aus Quercit und Dulcit und vielen Gummiarten. Sie stellt ein mikrokristallinisches, feines Pulver dar, dessen Schmelzpunkt bei 213—214° liegt. Gegen 280° bildet sich unter Wasseraustritt ($3\,H_2O$) Dehydroschleimsäure und Brenzschleimsäure. Beim Eindampfen einer wässrigen Lösung von Schleimsäure entsteht Schleimsäurelakton $C_6H_8O_7$ (Abderhalden). Die Säure ist löslich in Wasser, aber unlöslich in Alkohol und Äther. Schmilzt man Schleimsäure mit Kaliumhydroxyd, so bildet sich Oxalsäure; Schwefelsäure und Mangandioxyd liefern Ameisensäure. Bei der trockenen Destillation entsteht Brenzschleimsäure.

Über die besondere Chemie der einzelnen Schleime sei auf die weiteren Abschnitte verwiesen.

VI. Nachweis und Reaktionen

a) Nachweis.

Tuscheverfahren: Der Schleim ist infolge seines vom Wasser nur wenig abweichenden Brechungsindex im ungefärbten Zustande im allgemeinen nur sehr schwer erkennbar, er tritt aber deutlich hervor, wenn man die betreffenden Objekte in eine Tuscheaufschwemmung legt. Es heben sich dann die mehr oder weniger aufgequollenen Schleimmassen als ganz helle und mehr oder weniger rund-

liche Komplexe von dem dunklen Untergrund scharf ab. Am besten benutzt man dazu Pelikantusche 541 (Grübler u. Co., Leipzig) in zehnprozentiger Verdünnung (Burri, Das Tuscheverfahren, Jena 1909) oder man verreibt direkt auf dem Objektträger in einem Wassertropfen etwas echte chinesische Tusche, bis der Tropfen dunkelgrau erscheint, und bringt die Objekte hier hinein. Ebenfalls brauchbar sind Aufschwemmungen anderer in Wasser unlöslicher Stoffe, wie z. B. Indigoblau, weniger zu empfehlen ist dagegen Karmin.

Bei der mikroskopischen Untersuchung und Prüfung von Drogenpulver etc. kann man bei einiger Übung den Schleim auch schon ohne Anwendung von Tusche erkennen, da die stets vorhandenen winzig kleinen Gewebe- und Protoplasmapartikelchen ebenso wie die Tuschekörnchen von dem aufquellenden Schleim zur Seite gedrängt werden und so in dem Wasserpräparat scheinbar leere Stellen sich bemerkbar machen. Doch ist auch hier die Anwendung des Tuscheverfahrens ratsam.

b) Reaktionen.

1. Alkohol: Der absolute Alkohol hat durch seine wasserentziehenden Eigenschaften vor allem die Wirkung, die Quellung des Schleimes zu verzögern und bereits gequollene Schleime auszufällen. Bei Zusatz von verdünntem Alkohol erfolgt daher bereits ein Aufquellen, das aber durch erneuten Zusatz von absolutem Alkohol unterbrochen werden kann, wobei wieder eine Kontraktion des Schleimes eintritt. Dieses Verhalten des Schleimes ist für seinen Nachweis sehr wichtig, so daß der Alkohol ein Hauptreagens auf Schleim darstellt.

2. Konzentriertes Glyzerin verhält sich ebenso wie Alkohol und wird daher ebenfalls oft als wichtiges Reagens benutzt. In konzentrierten Lösungen bleiben die Schleime augenscheinlich unversehrt, während sich in verdünnten Lösungen je nach ihrem Konzentrationsgrad die Verquellung mehr oder weniger schnell vollzieht.

Auch konz. Rohrzuckerlösung scheint nach Tunmann (entgegen der Ansicht Walliczeks) den Schleim wenig anzugreifen.

3. Rizinusöl-Alkohol (1 + 1) wird von Walliczek als Beobachtungsflüssigkeit empfohlen. Sie hat gegenüber Alkohol den Vorteil, daß die Präparate aufgehellt werden, jedoch dabei die Schichtung des Alkoholmaterials erhalten bleibt und eine Aufquellung nicht erfolgt. Allerdings erschwert das Rizinusöl die Weiterbehandlung der Präparate.

5. Bleiazetat (10%ige wässrige Lösung) ist ein gutes Gerinnungs- und Härtungsmittel (A. Meyer) und verhindert in vielen Fällen, wenigstens zunächst, das Aufquellen. In mit Bleiessig behandeltem Alkoholmaterial quillt der Schleim meist überhaupt nicht mehr. Nach Walliczek verquellen jedoch manche Schleime (*Cactaceae, Barosma, Cassia*) auch in Bleiessig.

6. Eisenvitriol, Sublimat, Quecksilberazetat, Alaun und Chromalaun werden von Mangin zur Gerinnung des Schleimes benutzt, sind jedoch nur für bestimmte Fälle brauchbar (Tunmann, S. 581).

7. In Äther und Schwefelkohlenstoff sind die Schleime unlöslich, in Chloralhydrat und Kupferoxydammoniak teils löslich, teils unlöslich (siehe auch Abschnitt II), in letzterem oft mit intensiv blauer Farbe (z. B. *Trigonella*).

8. Jodreaktionen: Jodjodkalium färbt die Schleime im Gegensatz zu dem sich kräftiger färbenden Protoplasma nur schwach gelb, den von *Cydonia* rötlich. Jodglyzerin, Jodtinktur und Jodzuckerlösung verhalten sich ebenso, haben aber den Vorteil, daß sie den Schleim nicht oder nur langsam aufquellen lassen.

Jodschwefelsäure (verwendet wird eine Jodjodkaliumlösung mit 0,3 % J und 1,5 % KJ und eine 75 %ige Schwefelsäure) färbt manche Schleime blau bis violett (die Zelluloseschleime Tschirchs), andere gelb oder gar nicht (die Echten Schleime Tschirchs). Doch ist die Reaktion bezüglich der Feststellung des Zellulosegehaltes eines Schleimes nicht unbedingt zuverlässig, da in manchen Schleimen, die sich nur gelb färbten, Zellulose makrochemisch nachgewiesen worden ist (*Linum, Orchis*). Auch sind an manchen Schleimen je nach der Einwirkungsdauer des Reagens, dem

Alter des Objektes oder einer vorhergehenden Reinigung mit Kalilauge beiderlei Färbungen erzielt worden.

9. Kupfersulfat-Kalilauge (A. Meyer benutzt eine konzentrierte wässrige Kupfersulfatlösung und darnach eine 50%ige Kalilauge): Manche Schleime färben sich blau (*Orchis, Malvaceae*), andere grünlich (*Urginea*), andere bleiben ungefärbt.

10. Pentosenreaktionen: 4%ige Orzinlösung + konzentrierte Salzsäure färbt beim langsamen Erwärmen bis zum Sieden die Schleime violett oder blau (Reichl, 1880; Wiesner 1885), Phlorogluzin + Salzsäure dagegen beim Erwärmen rot.

c) Färbungen.

In der Literatur werden eine große Anzahl von Farbstoffen angegeben, die zur Identifizierung und Unterscheidung der einzelnen Schleime dienen sollen. So verwendet z. B. Mangin (vgl. oben: Abschnitt II) zur Charakterisierung der von ihm aufgestellten drei Schleimgruppen hauptsächlich ihr Verhalten bei der Anwendung von Pektin färbenden Farbstoffen. Doch muß man Molischs Standpunkt beipflichten, daß man nicht wagen darf, »auf Grund einer Färbung eine Entscheidung über die Art des Schleimes zu treffen, zumal die empfohlenen Farbstoffe auch noch andere Körper färben und in ein und derselben Zelle verschiedene Schleime vorkommen können«. »Hingegen können gewisse Farbstoffe mit Vorteil verwendet werden, um Schleimbehälter rasch ausfindig zu machen und ihre Verteilung im Gewebe zu demonstrieren« (Molisch, S. 348).

Es möge daher bezüglich der Farbstoffe auf die in Abschnitt II gemachten Angaben verwiesen werden und hier nur folgende Erwähnung finden:

1. Kongorot (wässrige Lösung) wird am häufigsten benutzt. Es färbt die meisten Schleime dunkelorangerot oder orangerot (Heinricher, Hartwich), dagegen wird durch eine Lösung in 70%igen Alkohol der Schleim von *Tilia* im Gegensatz zu dem der Cacteen nicht gefärbt (Walliczek).

2. Rutheniumrot ist im allgemeinen ein ausgezeichnetes Reagens für Schleim (Mangin), doch nehmen auch hier einige Schleime — z. B. der von *Orchis* — durch ihr negatives Verhalten gegenüber diesem Farbstoff eine Sonderstellung ein. Andererseits werden, wie Tobler (1906) nachgewiesen hat, auch verschiedene Stoffe anderer Natur durch Rutheniumrot gefärbt.

3. Korallin-Soda (in konzentrierter wässriger Sodalösung) färbt orangerot oder karminrot und wird von manchen Schleimen leicht gespeichert, von den Endospermschleimen jedoch schlecht (Szyszylowicz, Hartwich, Nadelmann).

4. Alk. Methylenblau, Löffflers Methylenblau, Alaun-Hämatoxylin, Anilinblau, alk. Safranin, Bismarckbraun, Alkanna, Methylviolett, Gentianaviolett, Nigrosin und Eosin werden ebenfalls oft zur Färbung der Schleime benutzt.

5. Hansteins Anilingemisch (Fuchsin und Methylviolett zu gleichen Teilen in 50%igem Alkohol) färbt die Schleime fleischfarben, rötlichgelb, violettrot oder violett. (Hartwich, Walliczek, Tunmann), wird aber von Tunmann (S. 236) nicht empfohlen.

6. Naphthylenblau + Säuregrün JEEE—Gemisch wird zur Differentialdiagnose bei Pektoseschleimen angewendet: Plasma grün, Schleim blau (Mangin).

7. Anilinblau + Bismarckbraun-Gemisch wird zu gleichem Zweck für Kalloseschleime empfohlen und färbt das Plasma violettschwarz, den Schleim dagegen blau (Mangin).

VII. Verwendung. Die Quantität des Schleimgehaltes der einzelnen Pflanzen ist natürlich sehr verschieden. Demzufolge sind auch nur diejenigen Gewächse als Schleimdrogen usw. wirtschaftlich zu verwerten und haben auch tatsächlich eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt, bei denen der Schleim in beträchtlicher Menge vorhanden ist.

Ohne auf weitere Einzelheiten einzugehen, mögen an dieser Stelle nur im allgemeinen die Verwendungsarten und Verwendungsmöglichkeiten der vegetabilischen Schleime kurz Erwähnung finden. Der Schleim der Pflanzen wird benutzt:

a) In der Medizin:
1. Äußerlich bei Entzündungen, Geschwüren und sonstigen Verletzungen der Haut.
2. Innerlich bei Erkrankungen und Reizungen der Atmungsorgane, bei Katarrhen, Husten usw.
3. Innerlich bei Erkrankungen der Darmwege, bei Durchfall, Dysenterie, Diarrhöe usw.

b) In der Technik:
1. Als Ersatz für Leim und Stärkemittel.
2. Als Schlichte- und Appreturmittel.
3. Als Nährboden in der Bakteriologie usw.

c) Als Nahrungsmittel:
1. Als Ersatz für Gelatine bei der Zubereitung von Gelees, Speisen, Süßigkeiten usw.
2. Direkt als Nahrungsmittel und zusammen mit Milch, Gewürzen usw.

B. Besonderer Teil.

I. Die Interzellularsubstanzschleime.

1. Stipites Laminariae.

Stammpflanze: Die Stammpflanze der Stipites Laminariae ist der in der Nordsee und im nördlichen Atlantischen Ozean einheimische Riementang, *Laminaria hyperborea* Gunn. (= *L. Cloustonii* [Edm.] Le Jol.) aus der Phaeophyceen-Familie der Laminariaceae. Er wächst gesellig, und zwar hauptsächlich in einer nur bei tiefstem Wasserstande zutage tretenden Tiefenzone an den felsigen Küsten von Norwegen, Dänemark, Deutschland, Großbritannien, Nordfrankreich, sowie von Island, Spitzbergen, Grönland und dem atlantischen Nordamerika bis Massachusetts.

Der Thallus (Abb. 1, *A*) dieser braunen, von Flückiger (1891, S. 276) und anderen eingehend untersuchten Meeresalge ist gegliedert in ein vielfach gegabeltes und am Ende mit Haftscheiben ausgestattetes Haftorgan, in einen langen, perennierenden Stiel (oder Stamm) und in einen blattartig ausgebildeten Teil, der der Assimilation dient und auf eigentümliche Weise alljährlich erneuert wird. Die runden Stiele werden 1—5 m lang und bis 12 cm dick; sie sind an der Basis verdickt und verjüngen sich allmählich gegen die Spitze zu, wo das Wachstum stattfindet. Das junge Blatt ist lanzettlich und ungeteilt; schließlich erscheint es bis zum Grunde handförmig in eine Anzahl linealischer oder rinnenförmiger Lappen gespalten. Es kann eine Länge von 30 bis 150 cm und eine Breite von 30—90 cm erreichen. Im frischen Zustand ist die ganze Pflanze hellbraun gefärbt, trocken werden insbesondere die Stiele graubraun. Bei der ähnlichen *L. digitata* (L.) Lamx. sind die Stiele stets dunkelbraun, fast schwarz.

Die *Laminaria*-Arten besitzen, wie erst neuerdings festgestellt wurde, einen regelmäßigen Generationswechsel. Der soeben beschriebene stattliche Thallus stellt den Sporophyten (= ungeschlechtliche Generation) dar, bei dem die zu großen Sporangienständen (Sori) vereinigten Sporangien (Abb. 1, *E* und *F*) auf der Mitte der Blattfläche unregelmäßig verteilt stehen. Der Gametophyt (= geschlechtliche Generation) dagegen ist ein sehr unscheinbarer, wenigzelliger Zellfaden, der die Antheridien und Oogonien hervorbringt. Der Gametophyt ist dioezisch. Näheres hierüber sowie die diesbezügliche Literatur vergleiche man bei Oltmanns (1922, Bd. II, S. 122).

Gewinnung: Die Laminaria-Stiele kommen wohl zum größten Teil von der norwegischen Küste. Doch werden auch auf Helgoland große Mengen Laminarien ans Ufer geworfen, von der Bevölkerung gesammelt und gleich an Ort und Stelle getrocknet.

Morphologie: Die Handelsware besteht aus im trockenen Zustande graubraunen bis dunkelbraunen, zylindrischen oder etwas bandartig flachgedrückten, außen runzelig gefurchten Stücken, die eine harte, hornartige Beschaffenheit und glatten Bruch aufweisen. Sie erreichen eine Dicke von meist 1 bis 2 cm — im Höchstfalle wohl von 7 cm — und haben verschiedene Länge (öfters über 1 m lang). Auch die dünnen Stiele sind starr, niemals biegsam.

Die unbearbeiteten *Stipites Laminariae* sind nicht im Gebrauch, sondern man stellt aus ihnen — besonders aus ihrer Mittelschicht — durch Abdrechseln und

Feilen die im Handel befindlichen Laminariastifte (Voll- und Hohlstifte), Laminariakegel und Laminariaquellmeißel her. Beim Aufquellen in Wasser erreichen sie das Fünffache ihres ursprünglichen Durchmessers.

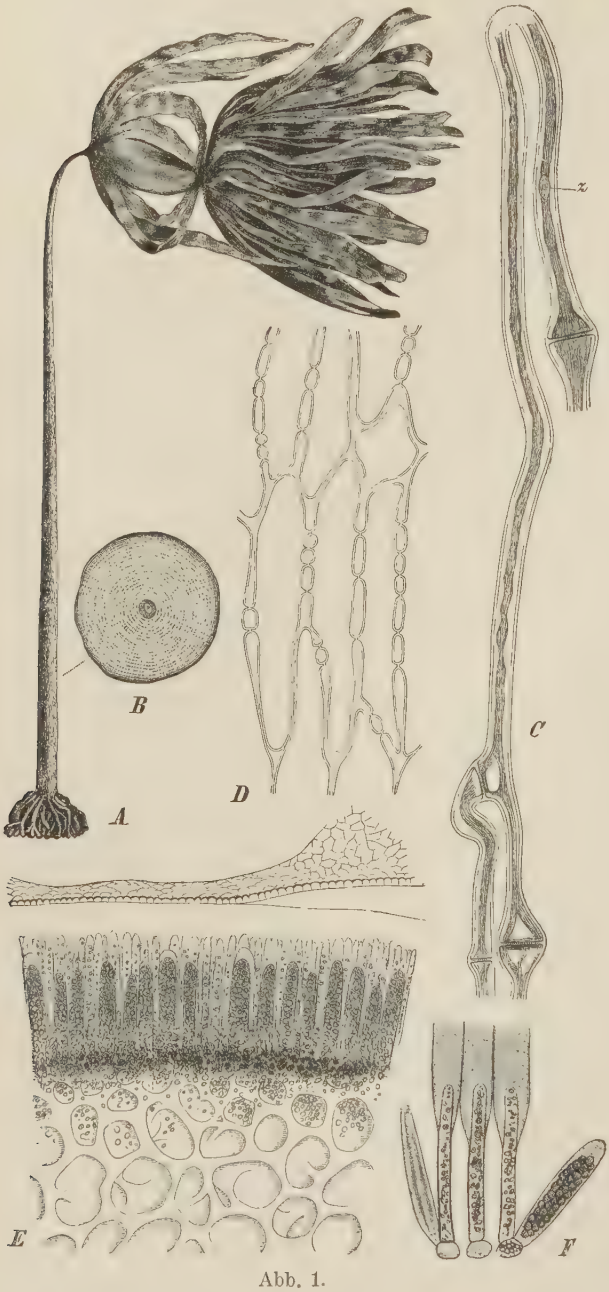


Abb. 1.
Laminaria Clustoni (Edm.) Le Jol. *A* Habitusbild eines im Blattwechsel begriffenen Exemplares (1/16). — *B* Querschnitt des Stieles desselben Individuums, 2 cm oberhalb der Wurzel (½). — *C* Siebhyphen aus dem Mark des Stieles (260:1). — *D L. digitata* (L.) Lamx. einige Zellen aus der Mittelschicht, Längsschnitt durch einen älteren Stiel (220:1). — *L. saccharina* (L.) Lamx. *E* äußerster Teil eines Querschnittes durch einen fertilen Blatteil, stark vergr. — *F* drei Sporangien, nebst einem entleerten und einem vollen (330:1). (*A, B* nach Foslie; *C* nach Wille; *D* nach Luerssen; *E, F* nach Thuret.)

Anatomie: Das Querschnittsbild der *Laminaria*-Stiele zeigt drei, voneinander nicht scharf abgegrenzte Zonen: Rindenschicht, Mittelschicht und Mark. (Abb. 1, *B*.)

Die dunkelbraune, ziemlich schmale Rindenschicht (= Rinde, Randschicht, Außenrinde) besteht aus in der Längsrichtung gestreckten Zellen und enthält, vor allem in den äußersten Zellagen reichlich braungrüne Chromatophoren. In ihr finden sich, in einem unregelmäßigen Kreise angeordnet, zahlreiche große Schleimgänge (Schleimhöhlen), die nur in ganz jungen Stielen fehlen und, wie Tunmann (1907) festgestellt hat, schizogenen Ursprunges sind. Bei der nahe verwandten *L. stenophylla* Harv. sind solche Schleimgänge nicht ausgebildet. An der Grenze der Rindenschicht liegt ein sekundär entstandenes Meristem (sogenanntes Kambium), auf dessen Tätigkeit das Dickenwachstum der Laminaria-Stiele zurückzuführen ist. In der sich anschließenden breiten und ungefärbten, sogenannten »Mittelschicht« — auch als Innenrinde bezeichnet — erkennt man konzentrisch angeordnete Kreise (Abb. 1, *B*), die Jahreszuwachszonen darstellen und nach Oltmanns (1922, Bd. II, S. 159) ganz ähnlich wie Jahresringe dadurch zustande kommen, daß gewisse Zellen ein kleineres Lumen haben, als ihre Nachbarelemente. Die Zellen der Mittelschicht zeigen eine nach innen zu stärker werdende Streckung und haben an den radialen Längswänden häufig

große Tüpfel (vgl. Abb. 1, *D*). Der zentral gelegene Teil der Stiele, das sogenannte »Mark« oder die Markschicht, ist ein sehr verschlungenes Gewebe hyphenartiger Zellen. Er wird von senkrechten Reihen, ziemlich englumiger aber sehr langer, an den Enden trichterförmig erweiteter und hier fein perforierter Zellen (Abb. 1, *C*) durchzogen, die zur Stoffleitung (besonders von Eiweißsubstanzen) dienen und als Siebhyphen bezeichnet werden (vgl. Wille 1885).

Die Mittellamelle (Interzellularsubstanz) sämtlicher Zellwände, insbesondere aber die des Markes und in zweiter Linie auch die der Mittelschicht, sind stark verschleimt und in hohem Grade quellungsfähig. Die sekundären Lamellen dagegen quellen nicht oder nur schwach; im Zelllumen befindet sich kein Schleim. Infolge der radiären Anordnung der Zellen schwellen die Laminaria-Stiele, obgleich das Quellungsvermögen der einzelnen Gewebe ungleich ist, beim Quellen gleichmäßig an. Die Quellung ist am stärksten im Mark, am geringsten in der Rindenschicht, so daß, wie schon Vogl (1892, S. 17) mit Recht bemerkt, die Laminariasonden usw. möglichst genau in der Längsachse der Stiele geschnitten werden müssen.

Chemie: Über die chemische Zusammensetzung der lufttrockenen Laminaria-Stiele liegen Analysen von A. Kreftling (1897) und von König und Bettels vor. Der erstere fand: 47,4 % in kaltem Wasser lösliche Schleimsubstanz, 19 % Tangsäure, 10,9 % Zellulose, 8,6 % in Wasser lösliche Salze, 4,4 % in Wasser unlösliche Salze und 7,8 % Wasser. Die beiden letzteren Autoren dagegen: 6,16 % Wasser, 8,19 % Gesamtstickstoffsubstanz, 5,68 % wasserlösliche Stickstoffsubstanz, 0,5 % Ätherauszug, 36,04 % stickstofffreie Extraktstoffe, 6,66 % Pentosane, 1,12 % Methylpentosane, 11,27% Rohfaser, 30,06% Asche, 16,47% Chlornatrium.

Der Aschengehalt beträgt nach verschiedenen Angaben 14—18,64 %; darunter 11,86 % Ca, 22,4 % K, 24,09 % Na, 7,44 % Mg, 0,62 % Fe, 2,56 % P, 13,26 % SO_3, 1,56 % SiO_2, 17,23 % Cl, 3,08 % J.

Der wichtigste Bestandteil ist der Interzellularschleim. Schmiedeberg (1885, S. 231) isolierte daraus zwei Substanzen, das Laminarin, einen indifferenten Schleim von der Formel $C_{60}H_{102}O_{15}$, und die Laminarsäure, die den am meisten quellungsfähigen Bestandteil darstellt (Formel: $C_{12}H_{18}O_{11}$). Bauer (1889, S. 618) erhielt bei der Hydrolyse des Laminariaschleims Dextrose. Auch Mannit ist festgestellt worden, doch ist nicht sicher, ob dieses auch in der lebenden Pflanze vorkommt. Mit der Laminarsäure Schmiedebergs scheint die Tangsäure ($C_{13}H_{20}O_{14}$) identisch zu sein, die Kreftling (1897) aus der Interzellularsubstanz isolierte und die der Pektinsäure nahesteht. Da in dem Schleim stets Kalzium nachgewiesen werden konnte, so hält Kreftling ihn für ein Kalziumpektinat, eine Ansicht, die auch mit den Befunden Mangins (1890, 1893) übereinstimmt. Bezüglich des von Standford festgestellten Algin vergleiche man unter »Tangschleim«.

Von den Spaltungsprodukten der Membranen ist das »Fucusol« (vgl. die Angaben bei Carrageen) bemerkenswert, das nach Maquenne (1889) ein Gemisch von Furfurol und Methylfurfurol darstellt.

Über das in der Mittellamelle sich findende Fucin, das Kalksalz der Fucinsäure, siehe Kylin (1915, S. 337).

Die beim Trocknen der Stiele entstehenden Auswitterungen sind reich an Kristallen von Natriumsulfat. Bei der verwandten *Laminaria digitata* herrscht in den Auswitterungen der Mannit vor, nach Stenhouse 5—6 %. Noch reicher an Mannit (12 %) ist die *L. saccharina* Lamx. (Zuckertang). Beim Trocknen dieses Tanges wittert er als weißes, süß schmeckendes Pulver aus, welches in Norwegen wie Zucker benutzt werden soll.

Anwendung: Die aus den *Stipites Laminariae* hergestellten Quellstifte, Sonden und Meißel finden ungefähr seit 1862 — gegenwärtig aber wohl nur noch in beschränktem Maße — in der Chirurgie und Gynäkologie zur Ausweitung von Kanälen Verwendung. Im Handel befinden sich Voll- und Hohlstifte, die in sehr verschiedenen Längen und Dicken angefertigt werden. Sie quellen langsam auf und erreichen erst in etwa 24 Stunden ihre endgültige Größe.

Das Pulver wird auch zur Herstellung

leicht und schnell zerfallender Pastillen benutzt, und Tschirch (1911, S. 302) gibt an, daß auch eine Blutstillungsscharpie aus den getrockneten Stipites hergestellt wird. — Außerdem wird *Laminaria* als Viehfutter und Düngemittel sowie vor allem zur Gewinnung von Jod verwandt.

Anmerkung: Infolge ihrer aufquellenden Eigenschaften werden auch die Wurzeln von *Gentiana lutea* und das Holz verschiedener *Nyssa*-Arten (Lignum-Nyssae, Tupeloholz: Tupelostifte) zu Quellstiften verarbeitet.

2. Carrageen.

Stammpflanze: Die Droge, die im Deutschen als Irländisches Moos, Perlmoos, Felsenmoos, Krausmoos, im Englischen als Irish moss oder pearl moss, im Französischen als goémon, mousse d'Irlande oder mousse perlée und in Italien als fuco carageo bezeichnet wird, findet eine vielseitige Verwendung und ist auch im D. A. VI, in der Pharmacop. Helv. IV und Pharmacop. Austr. VIII offizinell (Carrageen, Alga Carrageen, Fucus crispus, Lichen islandicus). Sie besteht vornehmlich aus zwei zu der Familie der Gigartinaceae gehörenden Rotalgen-Arten, die beide an den felsigen Küsten des nordatlantischen Ozeans in Massen vorkommen: an der ganzen Westküste Europas vom Nordkap bis Spanien und bis zu den Azoren, sowie an der Ostküste Nordamerikas (Massachusetts usw.).

Den Hauptbestandteil der Droge bildet der sogenannte Knorpeltang (Abb. 2), *Chondrus crispus* (L.) Stackh. (= *Fucus crispus* L. = *Sphaerococcus crispus* C. Ag. = *Fucus* (*Chondrus*) *polymorphus* Lamour. = *Chondrus incurvatus* Kütz.). Er besteht aus einem im allgemeinen bis 15 cm großen, sehr polymorph ausgebildeten Thallus, der am Grunde meist stielartig ist und mit einer Haftscheibe aufsitzt. Die derbe, knorpelige Thallusfläche ist wenig - bis reich - und mehr oder weniger tief gabelteilig mit schmalen oder breiteren Abschnitten und von rosenroter bis dunkel violettbrauner Farbe. Die Cystokarpien treten nur einseitig schwach hervor.

Ein geringerer Bestandteil des Carrageen ist der Kerntang, auch Zitzen-Rottang genannt (Abb. 3), *Gigartina mammillosa* (Good. et Woodw.) J. Ag. (= *Fucus mammillosus* Good. et Woodw. = *Mastocarpus mammillosus* Kütz. = *Sphaerococcus mammillosus* C. Ag. = *Chondrus mammillosus* Grev.). Diese Alge sieht der vorigen ähnlich, hat aber einen dünneren und an den Enden nicht so stark verzweigten Thallus, der sich, wie der Name besagt, durch die auf ihm befindlichen zitzenartigen und die Cystokarpien enthaltenden Höcker auszeichnet.

Bezüglich weiterer Einzelheiten vergleiche man De Toni, Sylloge Algarum, Vol. IV, 1 (1897), S. 180, bzw. S. 218; Schmitz u. Hauptfleisch in Engler-Prantl (Bd. I, 2 [1897], S. 356 u. 357) und Berg u. Schmidt (S. 75, tab. 162), über die geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane die zusammenfassenden Angaben bei Tschirch (1912, Bd. II, S. 285) sowie die betreffenden Abschnitte bei Oltmanns (1922, Bd. II), wo auch die Original-Literatur zu finden ist.

In geringerer Menge finden sich der Handelsware oft andere Rotalgen beigemengt, so das zierliche *Ceramium rubrum* (Huds.) C. Ag. (= *Conferva rubra* Huds.) *Gigartina acicularis* (Wulf.) Lamour. mit zylindrischem, gabelteiligem Thallus, *Gigartina pistillata* (Gmel.) Stackh., *Chondrus canaliculatus* (C. Ag.) Grev., *Laurencia pinnatifida* Lamour., *L. obtusa* (Huds.) Lamour. (= *Chondria obtusa* C. Ag.), *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. (= *Hypnea confervoides* J. Ag. = *Gigartina confervoides* Lamour.) usw.; von Braunalgen insbesondere *Furcellaria fastigiata* Lamour. (= *Fucus fastigiatus* Huds.) mit schwärzlichem, fadenförmigem und an den Enden büschelig verzweigtem Thallus, ferner *Stilophora rhizoides* C. Ag., *Porphyria laciniata* (Lightf.) C. Ag. und andere Arten.

Gewinnung: Für den europäischen Bedarf kommt das Carrageen vornehmlich von den West- und Nordküsten Irlands, von den südwestlichen Küsten Schottlands und in geringerem Maße von der Küste der Bretagne (vgl. Guéguen 1904, S. 225). Die geschätztere nordamerikanische Ware wird an der Küste von Massuchusetts bei dem nach den Springfluten stets eintretenden, niedrigsten Wasserstand unter sorgfältiger Auslese mit der Hand, bei ge-

wöhnlicher Ebbe mittels eiserner Rechen gesammelt.

Als Haupterntezeit gilt in Europa der Monat September, während Kraemer (1899) für Amerika die Zeit von Ende Mai bis September, besonders Juni bis Juli angibt.

Frisch aus dem Meere kommend, ist die Alge gallertartig, schwarzrot bis gelbrot, mit starker Neigung ins Violette oder Grüne. Nach Melzar (1860, S. 165), Bates (1868, 1869, 1878) und Flückiger (1891, S. 280) wird die frische Ware

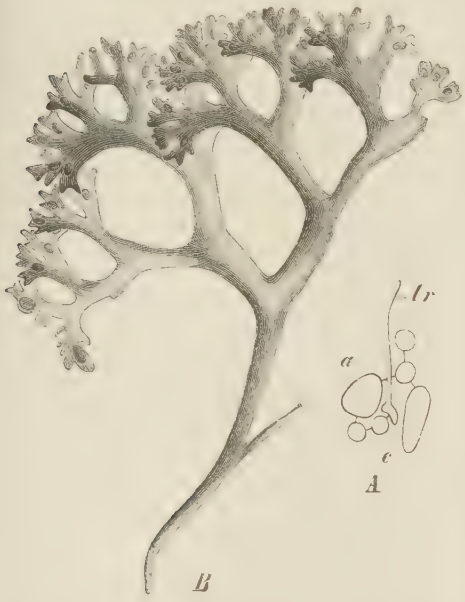


Abb. 2.
Chondrus crispus (L.) Stackh., mit Cystokarpien. Natürliche Größe. (Nach Kützing.)

durch wiederholtes Befeuchten an der Sonne gebleicht, dann mit Wasser in Fässern gerollt, gründlich ausgewaschen und schließlich an der Sonne getrocknet, wodurch sie knorpelig hart wird und eine gelblichweiße Farbe annimmt. Gelegentlich wird auch schweflige Säure zum Nachbleichen verwandt (vgl. Guéguen 1904, S. 225). Über das Sammeln und die Gewinnung der Carrageen-Droge vgl. man auch Lendner (1926).

Handel und Handelssorten: Der Haupthandelsplatz für die englische Ware ist Liverpool, für die französische Le Havre. Bezüglich der Einfuhr nach Deutschland steht Hamburg ohne Zweifel an erster Stelle. Von der Droge, die in Ballen von 50—100—300 kg meist unter dem Namen Lichen Carragheen in den Handel kommt, unterscheidet man in der Hauptsache drei Sorten, und zwar die nur technisch verwertbaren C. naturale und C. depuratum sowie das medizinisch brauchbare C. electum albissimum.

Beschaffenheit: Die Droge ist im trockenen Zustand fast geruchlos, knorpelig, wenig durchscheinend, von gelblicher bis bräunlicher und manchmal stellenweise weißlicher Farbe, sowie von

Abb. 3.
Gigartina mammillosa (Good. et Woodw.) J. Ag. mit zäpfchenförmigen Auswüchsen, die die Cystokarpien enthalten. Natürliche Größe. (Nach Kützing.)

riemenförmiger und vielfach verästelter Beschaffenheit. Beim Aufquellen in kaltem Wasser erhalten die Algen ihre ursprüngliche Form wieder und entwickeln den charakteristischen Seegeruch.

Chondrus crispus ist mehr geschätzt als *Gigartina mammillosa*. Doch sind gewöhnlich beide Algen in der Handelsware vorhanden. Ihre Unterscheidung gelingt nach dem Aufquellen der Droge ohne Schwierigkeit. — Erstere erreicht eine Länge von höchstens 20 cm. Ihre Äste sind flach, am Rande häufig gekraust oder doch wellig gekrümmt. Die in dem Körper des Thallus eingeschlossenen Cystokarpien erscheinen an der Oberseite etwas sphärisch erhoben, an der Unterseite dagegen vertieft.

Gigartina mammillosa erreicht nur eine Größe von 5 cm und ist an den stets — wenigstens an der einen Seite — rinnig aufwärts gebogenen und ganzrandigen Thallusabschnitten leicht zu erkennen, die im Vergleich zur *Chondrus crispus* vorwiegend schmal sind. Die Cystokarpien sind, wie bereits bemerkt, oft stark hervortretend und von halbkugeliger, eiförmiger, selbst keulenförmiger Gestalt. — Hervorzuheben ist jedoch, daß gewöhnlich die in der Ware vorkommenden Algen unfruchtbar sind oder nur spärlich Cystokarpien tragen.

Anatomie: Die Thalli von *Chondrus* und *Gigartina* sind hinsichtlich ihrer Anatomie fast übereinstimmend gebaut. Sie bestehen aus einem beiderseitigen Rindengewebe, der sogenannten Rindenschicht, und aus einem davon sich ziemlich scharf abhebenden zentralen Gewebe, das als Markschicht bezeichnet wird.

Die Rindenschicht, die von einem kutikula-ähnlichen Häutchen bedeckt ist, wird aus 4—5 Reihen kleiner, englumiger, radial gestreckter und von außen nach innen an Größe zunehmender Zellen aufgebaut. In ihrem Lumen finden sich Chromatophoren sowie Amylodextrin. Die Elemente der Markschicht, die das Leitungsgewebe darstellt, sind 5—10mal so groß und parallel zur Achse des Thallus gestreckt. Ihr Inhalt besteht aus kleinen Körnchen, der Florideenstärke, die von Tschirch (1911, S. 199, 289) als Amylodextrinstärke bezeichnet wird, da sie sich hinsichtlich ihrer Reaktion wie Amylodextrin verhält. — Die Membranen aller Zellen setzen sich aus einer ziemlich dünnen, sekundären, zelluloseartigen Lamelle und aus einer sehr breiten, verschleimten Mittellamelle (= Interzellularsubstanz) zusammen. Beim Einlegen in kaltes Wasser quellen diese letzteren Schichten stark auf, und zwar im Mark stärker als in der Rinde, während die sekundären Lamellen sich gar nicht oder nur wenig lösen. Der Carrageenschleim ist demnach ein Produkt der Mittellamellen.

Jodlösungen färben den Inhalt der Rindenzellen goldgelb, den der Markzellen violett. Die verschleimten Mittellamellen der letzteren reagieren auf Jodschwefelsäure, Chlorzinkjod und Jodjodkalium, die in den sekundären Lamellen eine blaue Farbe hervorrufen, nicht, werden dagegen, wie Tunmann (1903) zeigte, durch sogenannte Pektinfarbstoffe, wie Methylenblau, Naphthylenblau und Bismarckbraun, gefärbt.

Chemie: Den wichtigsten Bestandteil der Carrageen-Droge stellt der Schleim dar, und zwar beträgt seine Menge nach Herberger 79,1 %, nach Church (1876/77) 55,5% und nach Jolles (1896) 59,11 %. Die Droge ergibt mit 20 Teilen Wasser gekocht den gallertartigen Carrageenschleim, auch Caragin genannt, dessen Eigenschaften im allgemeinen denen des Pararabin entsprechen (Tollens 1888, S. 218). Die abweichenden Angaben verschiedener Autoren über die chemische Beschaffenheit erklären sich wohl aus der wechselnden Zusammensetzung der Handelsware. Der Schleim wird durch Ammoniumsulfat, Ammoniumphosphat und Kaliumazetat gefällt, in Kupferoxydammoniak aber nicht gelöst und durch Jod und Schwefelsäure nicht gefärbt. Flückiger u. Obermaier (1868, S. 85) wiesen darin etwa 1% Stickstoff und 16% Mineralbestandteile nach und zeigten, daß er mit starker Salpetersäure 14—23 % Schleimsäure liefert. Bei der Einwirkung von Schwefelsäure entstehen Ameisensäure und Lävulinsäure (Bente 1876). Nach Sebor (1900, S. 441), der bei der Hydrolyse Galaktose (vgl. auch Hädicke 1887), d-Glukose, Fruktose und Arabinose erhielt, stellt der Carrageenschleim eine sehr komplizierte Kohlenhydratverbindung dar, die in der Hauptsache aus Galaktan, Glukosan und Fruktosan besteht. Auch Fukusol, ein Gemenge von Furfurol und Methylfurfurol ist aus der Droge dargestellt worden.

Schon Grosse (1839) hat im Carrageen geringe Mengen von Brom und Jod gefunden, was später von verschiedenen Autoren bestätigt worden ist; doch gehört die Droge jedenfalls nicht zu den jodspeichernden Pflanzen (Standford 1884, S. 1012). Die Menge der an Sulfaten und Chloriden reichen Aschenbestandteile wird verschieden hoch angegeben, sie beträgt im Höchstfalle wohl 15 bis 18 %. — Carrageen enthält nach Herberger auch etwas Fett. Echte Stärke ist nicht vorhanden, dagegen die bereits oben er-

wähnte und sich mit Jod rotbraun färbende, sogenannte Florideenstärke, ein amylodextrinartiger Körper.

Prüfung: Fremde Algen (siehe oben) sowie grauweiße Überzüge von kleineren Bryozoen dürfen in der Droge nur in ganz geringen Mengen vorhanden sein. Der Schleim, den man durch Kochen mit 30 Teilen Wasser erhält, darf blaues Lackmuspapier nicht röten und durch Jod nicht blau gefärbt werden. Carrageen, das mit schwefliger Säure gebleicht und an der fast weißen Farbe kenntlich ist, ist von der medizinischen Verwendung auszuschließen.

Anwendung: Die den Bewohnern der nordatlantischen Küsten, insbesondere in Irland, als Nähr- und Heilmittel schon lange bekannte Algendroge wurde anfangs der dreißiger Jahre in Europa Handelsartikel, fand aber anfänglich nur medizinische Verwendung, in Deutschland seit 1837. In verschiedener Form dient sie als reizmilderndes Hustenmittel (Gelatine Carrageen, Pasta cacao carragenata, Saccharolatum Carrageen) und ist auch in den Stollwerckschen Brustbonbons enthalten. (Näheres vgl. Realenzyklopädie III, S. 385). Ferner wird sie zu Umschlägen (Cataplasma artificiale von Lelièvre) und bei Skrofulose und Phthisis benutzt.

Jetzt wird Carrageen in der Medizin nur noch selten, in weit größeren Mengen — besonders die amerikanische Ware — dagegen industriell verwandt, vor allem als ein wichtiges Ersatzmittel für das viel teurere Gummi arabicum. Der aus dem Rohstoff hergestellte Carrageenschleim findet daher in der Zeugdruckerei, als Appreturmittel, bei der Herstellung von Stroh- und Filzhüten, in der Papierfabrikation und als Farbengrund für Marmorpapiere Verwendung. Der Schleim dient ferner zum Klären des Honigs und anderer flüssiger Genußmittel, besonders auch zum Klären (Schönen) des Bieres.

Schließlich ist er neuerdings auch in der Bakteriologie zur Herstellung von Nährböden empfohlen worden.

3. Agar-Agar.

In Japan und China, auf Ceylon, Java und in Vorderindien werden seit langer Zeit gewisse Rotalgen — insbesondere Arten der Gattungen *Gracilaria, Eucheuma, Gelidium* und *Gloiopeltis* — zur Bereitung von Nahrungsmitteln, Gallerten, Klebstoffen usw., wie nicht minder medizinisch benutzt. Die Verwendung dieser Algen beruht auf ihrer chemischen Beschaffenheit insofern, als sie sich sehr leicht in Gallerte umwandeln lassen, eine Eigenschaft, die durch die von Payen (1859) entdeckte Gelose bedingt wird.

Sowohl der unveränderte Rohstoff als auch die mehr oder weniger in Gallerte verwandelte Ware wird als Agar-Agar (auch Agger-Agger) und in der japanischen Sprache als »kanténe« bezeichnet. Agar-Agar ist demnach ein Sammelbegriff, unter dem man allerdings im Handel fast stets die bereits umgewandelte Schleimdroge versteht (vgl. den Absatz: Agar-Agar von Japan).

Gegenüber der tierischen Gallerte (Gelatine, Hausenblase) ist die längere Haltbarkeit und der höhere Schmelzpunkt des Agar-Agar hervorzuheben. Er quillt in kaltem Wasser nur auf und löst sich erst nahe dem Siedepunkt. Eine Gallerte, die durch Zusatz von 0,5 % Agar mit Wasser bereitet wird, kommt an Festigkeit einer mit 3—4 % französischer Knochengelatine bereiteten Gallerte gleich.

Das Wort Agar-Agar ist der malaiische Name für *Gracilaria lichenioides*.

Nach der Herkunft und der Beschaffenheit der Droge werden mehrere Handelssorten von ungleichem Wert unterschieden. (Man vergleiche insbesondere Hartwig in Realenzyklopädie, Bd. I, 176; Marchand 1879, S. 287 und Tschirch 1911, S. 304.)

a) Agar-Agar von Ceylon.

Stammpflanze: Diese auch als Ceylonmoos oder Jaffnamoos (frz. mousse de Jaffna, mousse de Ceylan) (Alga amylacea s. ceylanica, Fucus [s. Lichen] amylaceus s. ceylanicus) bezeichnete Agar-Sorte stellt die an der Sonne getrocknete und gebleichte *Gracilaria lichenioides* (L.) Harv. (= *Fucus lichenioides* L. = *Sphaerococcus lichenioides* C. Ag. = *Plocaria candida* Nees) dar. Diese zierliche Rotalge aus der Familie der Sphaerococcaceae ist im Indischen Ozean, besonders an den Küsten von Ceylon und Java häufig. Ihr Thallus hat im lebenden Zustand eine blaß purpurrote Farbe, wird bis 20 cm

lang und ist wiederholt gabelig oder seitlich verzweigt. Die Dicke der stielrunden oder auch häufig etwas abgeflachten Äste schwankt von 2 mm Stärke bis zur Dicke eines Zwirnfadens. Getrocknet ist die Alge gelblichweiß.

Bisweilen findet man in der Handelsware Beimengungen von *Gracilaria confervoides* (L.) Grev., die der vorigen Art sehr nahe steht, im allgemeinen aber zierlicher und mit peitschenförmigen Ästen versehen ist. Sie ist im lebenden und getrockneten Zustande braunrot gefärbt.

Gewinnung und Handel: Die Alge wird an den Küsten Ceylons und des südlichen Indien hauptsächlich zur Zeit des Südwest-Monsuns gesammelt, wenn sie durch das Meer ans Land geworfen wird. Sie wird 2—3 Tage lang auf Matten an der Sonne getrocknet, dann mehrere Male in süßem Wasser ausgewaschen und schließlich wiederum in der Sonne getrocknet. Nach Watt (1890, IV, S. 174) werden beträchtliche Mengen von Indien nach China ausgeführt. 1837 kam das Ceylonmoos durch Previté nach England, 1841 auch nach Deutschland.

Beschaffenheit und Anatomie: Die Droge hat infolge der beim Trocknungsprozeß stattfindenden Bleichung eine weiße oder grauweiße Farbe und besteht aus 8—12 cm langen, an der Oberfläche fein gerunzelten Stücken, die von einer weichen, etwas zähen Beschaffenheit sind. Sie ist geruch- und geschmacklos und gibt mit 50 Teilen Wasser gekocht eine Gallerte. — In dem Thallus enthalten die Elemente, die zwischen dem kleinzelligen, mehrschichtigen Rindengewebe und dem großzelligen Markgewebe liegen, kleine kugelige Stärkekörner. Wie schon Greenish (1888, S. 241) angibt, wird durch Auskochen der *Gracilaria lichenioides* Stärke in Lösung gebracht, die sich durch die Jodprobe und durch ihre Überführung in Zucker nachweisen läßt.

Chemie: Während das Ceylonmoos nach älteren Angaben von O'Shaughnessy (1834, 1837) 54,5% vegetabilischen Schleim enthalten soll, beträgt die Schleimsubstanz, die als Gelose bezeichnet wird, nach einer Analyse von Greenish (1888, S. 241) nur 36,71%. Ferner wird von letzterem Autor unter anderem angegeben: 10,17% Zellulose, 7,48% Eiweiß, 6,52% Paramylan, 3,17% Holzgummi, 1,32% Metarubin. Die Aschenbestandteile betragen 10,24%.

Anwendung: Das Ceylonmoos ist in der Pharmacopoea indica (1868) offizinell und wird gelegentlich auch in Europa (z. B. England) und Amerika verwandt. Die Abkochung dient als Mittel gegen Katarrhe, Lungen- und asthmatische Beschwerden. In Südindien, Ceylon und China wird die Alge auch als Nahrungsmittel benutzt, nachdem man sie vorher in süßem Wasser eingeweicht und aus ihr dann einen Teil des Schleims und der Salze durch Auspressen entfernt hat. Wegen ihrer leichten und schnellen Verdaulichkeit wird sie vor allem für Rekonvaleszenten und Kinder empfohlen (vgl. auch Watt IV, S. 175 und Sauvageau, 1920, S. 228). *Gracilaria lichenioides* und *confervoides* werden auch zur Herstellung von Agar-Agar (s. u.) benutzt, die letztere Art liefert sogenannten Ogo-Agar.

Gelegentlich soll die Droge auch als Appreturmittel für Seidenstoffe verwendet werden.

b) Agar-Agar von Makassar und Java.

Stammpflanze: Dieser Agar (Alga spinosa), der auch den Namen Ostindisches Carrageen führt, besteht lediglich aus den getrockneten und gebleichten Exemplaren der zu den Rhodophyllaceae gehörenden *Eucheuma spinosum* (L.) J. Ag. (= *Fucus spinosus* L. = *Sphaerococcus spinosus* C. Ag. = *Gigartina spinosa* Kütz.), der von F. S. Collins (in Proceed. Amer. Acad. of Arts und Sciences Vol. 53 [1917], S. 106), der Name *Eucheuma denticulatum* (Burm. f.) Coll. beigelegt wird (Abb. 4). Der hellrot gefärbte Thallus erreicht alle Größen von 10—50 cm. Er ist unregelmäßig, dichotomisch oder seitlich verzweigt und hat stielrunde, dickliche, bezüglich des Durchmessers jedoch sehr variierende Äste. Das Charakteristische an dieser Alge sind die dornartigen, senkrecht abstehenden und verschieden langen Papillen, mit denen der Thallus mehr oder weniger reichlich besetzt ist. Sie stehen an den Ästen meist zu zwei nebeneinander oder zu drei quirlig

angeordnet und enthalten in ihren Spitzen die Cystokarpien.

Eucheuma spinosum ist besonders an den Küsten des Indischen Ozeans verbreitet, kommt aber auch an der Küste von Sumatra, des tropischen Australien, von Neu-Guinea und Japan vor. Nach Collins (l. c.) ist sie identisch mit der *Eucheuma isiforme* Harv. von den Bermuda-Inseln und Florida.

Abb. 4.
Eucheuma spinosum (L.) J. Ag., Teil des Thallus. Natürliche Größe. (Nach *Kützing*.)

Beschaffenheit: Die Handelsware ist bräunlich-gelb bis blaßrot und besteht aus 3—4 cm langen und 2—3 cm dicken, runden Stücken von hornartiger Konsistenz. Sie gibt mit 17 Teilen Wasser gekocht eine Gallerte.

Verwendung: Die Droge wird zu Agar-Agar verarbeitet und in Japan auch zur Herstellung von Gelees verwendet.

Anhang: Mit voriger Art nahe verwandt ist die an der Küste von Südwest-Australien und Tasmanien heimische *Eucheuma speciosum* (Sond.) J. Ag. (= *Gracilaria speciosa* Sond. = *Gigartina ornata* Kütz.), die sich vor allem durch ihre Größe — der Thallus erreicht eine Länge bis 30 cm und ist etwas breiter als lang — von allen anderen Arten der Gattung unterscheidet. Nach Hartwich (1897, S. 147) liefert sie eine Gallerte, die in Westaustralien ebenso wie andere Florideen Verwendung findet. Vgl. auch Christy & Co. (New commercial plants II [1880] Anhang.)

c) Japanisches Moos.

Stammpflanze: Unter diesem Namen sind seit einigen Jahren die Gloiosiphoniaceae: *Gloiopeltis coliformis* Harv. und *G. cervicornis* Suring. (= *Endotrichia cervicornis* Suring.) eingeführt worden, die im nördlichen Stillen Ozean die Küsten Japans bewohnen. Der Thallus ist klein, 10—12 cm lang und bis 10 cm breit.

Anwendung: Die Droge soll als Ersatz für Agar-Agar dienen, von dem sie sich jedoch schon dadurch unvorteilhaft unterscheidet, daß sich daraus nur ein zäher Schleim, aber keine konsistente Gallerte herstellen läßt. Auch als billiges Nahrungsmittel sollen diese beiden *Gloiopeltis*-Arten bei den Japanern verwandt werden. Für erstere Art gibt Müller-Beeck (1886, S. 18, unter *Gigartina*!) den japanischen Namen »kekkai«, für die damit vielleicht identische *Gloiopeltis intricata* Suring. (= *Gigartina intricata*!) den Namen »fu-nori« an.

d) Agar-Agar von Japan.

Stammpflanze: Von allen Sorten kommt dem Agar-Agar von Japan (der Gelatina japonica Tjen-Tjan) die größte technische Bedeutung zu. Die Droge wird in Deutschland als vegetabilischer Fischleim, japanische oder ostindische Hausenblase, japanische oder chinesische Gelatine und auch direkt als Gelose bezeichnet, im Englischen als japanese isinglass, vegetable gelatine oder sea-weed. Der in Japan gebräuchlichste Name ist »kanténe« oder »thao«, ferner werden angegeben: dschin-dschen, tjen-tjan, tientjow, lo-tha-ho, hai-thao, yang-tsai. Marchand (1879) nennt die Algendroge Phycocolla.

Die Ansichten der verschiedenen Autoren über die Stammpflanzen des Kantén stimmen nicht überein, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß einerseits eine größere Anzahl Florideen zu Agar-Agar verarbeitet wird und daß andererseits in den einzelnen Sammelbezirken verschiedene Pflanzen in reicher Menge angetroffen und daher auch gesammelt werden. Diesbezügliche Angaben liegen vor allem vor von: Payen (1859), Marchand (1879), Okamura (1894), Smith (1905), Davidson (1906), Holmes (1906), Matsumura, Tunmann (1909), Takao (1917) und anderen. Man vergleiche auch Tschirch (1911, S. 306) und Sauvageau (1920, S. 244 usw.).

Der wichtigste Lieferant des Kantén scheint *Gelidium Amansii* Lamour., der »Tongusa« der Japaner, zu sein, der im Indischen und Stillen Ozean verbreitet ist. Die Alge, die 10—25 cm hoch ist, bildet in seichtem Wasser bis zu einer Tiefe von etwa 4 m rasige Lager; der Thallus ist sehr mannigfaltig ausgebildet, fiederig verzweigt und von fester, zäher Struktur. Andere *Gelidium*-Arten werden gleichfalls viel gesammelt, so *G. polycladum* Sond., *G. japonicum* (Harv.) Okam. (= *Suhria japonica* Harv. = *Porphyroglossum japonicum* Schm.) von den Japanern »Oniguse« genannt, *G. latifolium* Born. (= *G. corneum* Lamour.), sowie das zweifelhafte *G. elegans* Kütz. Die mit *Gelidium* nahe verwandte *Acanthopeltis japonica* Okam. (= *Schottmuelleria paradoxa* Grun. = *Castraltia salicornioides* Mert.), der »Toriaschi« der Japaner, soll ebenfalls eine gute Droge liefern. Geringere Mengen stammen von *Gelidium pacificum* Okam. und *G. subcostatum* Okam. Weniger guten Agar ergibt *Campylaephora hypneoïdes* J. Ag. (= *Ceramium rubrum* Harv.), »Yegonori« genannt, die ebenfalls viel gesammelt wird.

Viele weitere Arten aus den Gattungen *Gelidium, Pterocladium, Sphaerococcus, Streblonema, Scytosiphon, Sporanthus, Ceramium, Centroceras, Nitophyllum, Polysiphonia* sind in der Droge angetroffen worden.

Auf die Arten der Gattungen *Eucheuma, Gracilaria* und *Gloiopeltis,* aus denen auch Agar hergestellt wird, ist bereits oben eingegangen worden.

Gewinnung und Handel: Agar-Agar wird von den Japanern hauptsächlich in den Gebieten von Osaka, Kioto, Nagano und Hiogo hergestellt. Nach den Angaben von Smith (1905) und Davidsohn (1906) geht dies in folgender Weise vor sich:

Die Algen werden vom Mai bis Oktober, besonders im Juli und August, mittels Haken, Netzen oder durch Taucher gesammelt und sofort am Strande getrocknet. In den „Kantén-Fabriken“ werden sie sorgfältig gereinigt und dann einen Tag lang auf Bambusmatten an der Sonne gebleicht. In den Wintermonaten, vom November bis Februar, wird nun aus diesem Material der Agar hergestellt. Man kocht die Algen in einem bestimmten Mengenverhältnis in großen Kesseln 5 bis 6 Stunden lang, geringwertige Algen länger. Nach Behandlung mit etwas Essig oder Schwefelsäure läßt man nochmals $^1/_2$ Stunde lang aufkochen. Die so zubereitete Gallerte, die man als Tokoroten bezeichnet, wird hiernach durch Hanf- oder Baumwollgewebe in hölzerne Tröge hineingepreßt, wodurch die verschiedenen Qualitäten voneinander getrennt werden. Nach dem Erstarren wird die Masse 1 bis 3 Tage lang bei möglichst trockener Luft und, wenn das Land mit Schnee bedeckt ist, der Winterkälte und abwechselnd dem Sonnenschein ausgesetzt, bis der Tokoroten farblos und in kaltem Wasser unlöslich geworden ist. Dieses Produkt,

das man als Kantén oder Agar-Agar bezeichnet, wird in Streifen geschnitten und schließlich an der Sonne endgültig getrocknet.

Diese Methode der Herstellung von Agar-Agar ist die älteste und auch heute noch in Japan am weitesten verbreitet. Bezüglich anderer Methoden vergleiche man Matsui (1916).

Die Zahl der japanischen Kantén-Fabriken wird für das Jahr 1908 auf 500 angegeben. Die Hauptmenge des Agar-Agar geht nach China und Hongkong, nur ein kleiner Teil nach Europa.

Handelssorten: Der japanische Agar-Agar kommt in drei Sorten in den Handel:

1. Strohhalm- oder bleistiftdicke, selten bis fingerdicke, farblose oder grauweißliche, häutige Streifen vom Aussehen der »Seele« der Federkiele; etwa 35 cm lang, im Höchstfall bis zu 50 cm; sie sind zu Bündeln verschnürt;

2. vierkantige Stücke (Stangen) von grobblättriger Struktur und gelblichweißer Farbe: 2,5—4 cm dick, ebenso breit und etwa 20—25 cm lang, Gewicht etwa 10 g;

3. Platten von gelblichweißer Farbe; etwa 3 cm breit und 20—30 cm lang.

Auch grob- und feingepulvert ist der Agar im Handel erhältlich. Die wichtigste Literatur über Agar-Agar-Sorten siehe: Arch. d. Pharmazie (3), Bd. 20, 87; Chemiker-Zeitung, 1885; Zeitschr. des allgem. österr. Apoth.-Vereins, 1902, Nr. 9.

Beschaffenheit: Die Droge ist geruch- und geschmacklos, sie quillt in kaltem Wasser nur etwas auf und verflüssigt sich darin erst bei einer Temperatur von 90—100°. Beim Abkühlen erstarrt die Lösung erst bei etwa 40° zu einer steifen, farblosen Masse, wobei etwas Flüssigkeit, das sogenannte Kondenswasser, abgeschieden wird.

Chemie: In chemischer Beziehung ist der Agar-Agar auch gegenwärtig noch mangelhaft bekannt. Greenish (1881, 1882) fand darin sieben Kohlenhydrate: wasserlöslichen Schleim, gallertbildende Substanz, Stärke, pararabinartige Substanz, Metarabin, Holzgummi und Zellulose, die alle, mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, Zucker liefern. König gibt folgende Zusammensetzung des Streifen-Agars und des Stangen-Agars an: Protein 2,5 (6,1)%, Fett 0,85 (0,58)%, Kohlenhydrate 70,58 (63,96) %, Pentosane 3,06 (3,18) %, Rohfaser 0,44 (0,42) %, Asche 3,46 (3,4) %. Nach anderen Analysen betragen die Aschenbestandteile 18,96 %, 14,5 %, 4,13 %, 2,89 %.

Der wichtigste Bestandteil der Droge ist jene Substanz, die Payen (1859) zuerst darstellte und als Gelose bezeichnete, die Reichardt (1878) ungerechtfertigter Weise für identisch mit Pararabin erklärte, die sich aber nach Bauer (1885) von letzterer Substanz dadurch unterscheidet, daß sie beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Laktose verwandelt wird. Reine Gelose wird dargestellt durch Behandeln des Agar-Agar mit kalten verdünnten Säuren, Wasser, sehr verdünntem Ammoniak, Waschen mit viel kaltem Wasser, wobei etwa 53 % der Substanz in Lösung gehen, Auskochen des Rückstandes mit Wasser, worauf nach dem Erkalten die Gelose sich als Gallerte abscheidet. Von der getrockneten Gelose gibt 1 Teil nach dem Kochen mit 500 Teilen Wasser eine steif werdende Gallerte. Bei der Hydrolyse liefert sie unter anderem Arabinose, bei Behandlung mit Salpetersäure Schleimsäure und Oxalsäure, bei der Oxydation etwa 25—27 % Schleimsäure; sie enthält demnach ein Galaktan (Greenish 1881, 1882; Morin 1880; Bauer 1885). Von neueren chemischen Untersuchungen über das Kantén sei noch auf die Arbeit von Matsui (1916) verwiesen.

Prüfung: Agar darf mit 100 Teilen Wasser erwärmt und mit einigen Tropfen Jodlösung versetzt nur eine weinrote bis schwach violette Farbe zeigen; eine dunkel-violettblaue Färbung zeigt Verfälschung mit Stärke an. Lackmuspapier darf nicht verändert werden.

Agar-Agar wurde wiederholt als Verfälschungsmittel von Handelsprodukten, insbesondere Fruchtgelees, beobachtet (vgl. Ménier 1879 und Marpmann 1896). Die Verfälschung kann in der Regel nur mikroskopisch, und zwar auf indirektem Weg, nachgewiesen werden. Die Pflanzen sind stets mehr oder minder mit Diatomeen besetzt (vgl. Senft 1902; Villiers et Collin 1900), deren charakteristische Kieselschalen auch in dem japanischen Agar in Menge zu finden sind.

Es sind darunter sehr auffallende marine Formen. Besonders häufig sind *Amphora* Ehrb., *Stauroneis* Ehrb., *Licmophora* Ag., *Rhabdonema* Kütz., *Grammatophora* Ehrb., *Chaetoceras* Ehrb., *Triceratium* Ehrb., *Amphitetras* Ehrb., *Biddulphia* Gray. Die Anwesenheit mariner Diatomeen in einem Gelee läßt also den Schluß auf Verfälschung mit Agar zu.

Zum Nachweis der Diatomeen wird eine Probe der zu untersuchenden Substanz verascht, die Asche mit Salzsäure behandelt und der ungelöste Rückstand mikroskopisch untersucht.

Anwendung: Von allen Agar-Sorten kommt dem Agar-Agar von Japan die größte — vor allem technische — Bedeutung zu. Die besseren Sorten, vor allem die vierkantigen Stücke, werden in Japan und China und in neuerer Zeit auch in Europa zur Herstellung von Gelees, Puddingpulvern, Süßigkeiten usw. verwandt. Die weniger guten Sorten werden in der Industrie als Ersatz für die teure Knochengelatine zum Leimen des Papiers sowie vor allem als Appreturmittel für Seide und feinere Gewebe benutzt, denen man einen geschmeidigen, dabei aber körnigen Griff erteilen will (vgl. Heilmann, 1875; Dinglers Polytechn. Journ. 218, S. 522); auch als Schönungsmittel an Stelle von Leim und Hausenblase haben sie sich eingebürgert. Die Verwendung des Agar im Haushalt und in der Technik nimmt ständig zu.

Eine außerordentlich wichtige Rolle spielt der Agar-Agar ferner in der Bakteriologie bei der Herstellung fester Nährböden. Er eignet sich besonders zu Züchtungen bei Bruttemperatur, da er auch bei etwa 40° fest bleibt, und für solche Bakterien, die Gelatine verflüssigen.

Ehemals wurde der Agar-Agar nach Europa zuerst als Heilmittel eingeführt, doch findet er heute in der Medizin nur noch wenig Verwendung, so in der Chirurgie als Prothese und Injektionsmittel bei Wunden. Agar-Pulver benutzt man für Vaginalkugeln, Stuhlzäpfchen und Medizinalstäbchen.

4. Funori-Gelatine.

Stammpflanze: Als Funori (engl.: glue marine, seaweed glue) wird eine aus verschiedenen Rotalgen hergestellte Gelatine bezeichnet, die in der japanischen Industrie Verwendung findet. Als Stammpflanze dienen nach Sauvageau (1920, S. 242) die Gloiosiphoniacee: *Gloiopeltis coliformis* Harv. (= *G. furcata* var. *coliformis* [Harv.] J. Ag.), *G. intricata* Suring. (an den Küsten Japans) und wahrscheinlich auch *G. tenax* (Turn.) J. Ag. (an den Küsten von Japan, Korea und China), denen man noch verschiedene andere Algen, wie *Chondrus, Grateloupia, Gymnogongrus* zusetzt.

Die Arten der Gattung *Gloiopeltis* stellen kleine Pflanzen dar, die im Durchschnitt 3—6 cm, im Höchstfalle wohl etwa 8 cm hoch werden. Der Thallus ist stielrund oder etwas abgeflacht, meist nur ziemlich spärlich und unregelmäßig verzweigt, wobei die Äste nach beiden Enden hin sich verjüngen und daher mit verschmälertem Grunde aufsitzen.

Gewinnung: Die beste Handelsware kommt aus den Gebieten von Osaka, Nagasaki, Kogoschima usw., wo sich nach Smith (1905) im Jahre 1908 ungefähr 100 Fabriken mit der Herstellung des Funori befaßten. Die Ware bleibt zum größten Teil im Lande, und nur eine geringe Menge gelangt zur Ausfuhr nach Europa.

Die Algen werden wohl in der Hauptsache in den Monaten November bis Mai (Davidson 1906) durch Taucher oder mit Hilfe von Netzen und an langen Stäben befestigten Haken gesammelt und dann in süßem Wasser ausgewaschen. Über die weitere Verarbeitung des Materials schreibt Tschirch (1912, Bd. II, 1, S. 309): »Es wird auf dem Boden ausgebreitet, mit Händen und Füßen geknetet, in Körben gewaschen, dann zum Bleichen und Trocknen unter Bespritzen mit Wasser gleichmäßig ausgebreitet. Wenn ein zäher Saft auszutreten beginnt, wird kein Wasser mehr aufgespritzt. Man läßt dann eine Nacht liegen und trocknet.«

Beschaffenheit: Die Droge, die aus den verschleimten, verschlungenen und gekneteten Thallusstücken besteht, kommt in sogenannten Blättern (sheets) von 135 zu 75 cm Größe oder nach Smith (1905) in gerollter Form in den Handel. Beim Kochen in Wasser löst sie sich fast vollkommen auf und ergibt einen mehr oder weniger dicken Schleim.

Verwendung: Funori ist in Japan

und auch in China schon seit dem 17. Jahrhundert im Gebrauch und zwar als Ersatz für Leim und Stärke. Es wird als Appreturmittel und als Stärke für Wäsche und andere Gewebe benutzt, ferner zum Appretieren von Papier und als Überzug an Mauerwänden. Auch beim Verzieren von Porzellan-Gegenständen findet es Verwendung. Nach Salle et Cie (1912) wird der Funori-Algenleim bei der Fabrikation von biegsamen, doch dabei widerstandsfähigem Papier benutzt, aus dem Schirme und Laternen hergestellt werden.

5. Tangschleim.

Beim Kochen mit Wasser geben viele der in großen Massen auftretenden Seetange, wie *Chondrus crispus* und insbesondere die *Laminaria*-Arten, einen dicken Schleim, ja lösen sich selbst fast ganz zu einer schleimigen Gallerte, welche von den Zellgewebsresten durch Perkolation befreit werden kann. Schon Standford (1883) und später Kreftling (1897) haben den Schleim in gereinigtem Zustand als Appreturmittel empfohlen. Unter dem Namen Alginsäure (vgl. die Ausführungen über den Carrageenschleim auf S. 1846 und die chemischen Eigenschaften der *Stipites Laminariae* auf S. 1845) oder Tangsäure (Standford) wurden diese Substanzen bekannt gemacht. Die empirische Formel wurde als $C_{13}H_{20}O_{14}$ ermittelt. Die Tangsäure, die sich mit 97% Wasser bindet, löst sich in keinem Mittel, mit welchem sie keine chemische Verbindung eingeht. Ihre Alkalisalze sind stark klebrig, haben ein großes Emulgierungsvermögen für Farbstoffe und geben ein ausgezeichnetes Bindemittel für Papier und andere Stoffe ab.

Gegenwärtig unterscheidet man scharf zwischen Algin und Alginsäure, von welcher sich die Alginoide ableiten. (Siehe auch Realenzyclopaedie I, S. 383.)

Unter dem im Handel befindlichen typischen Algin versteht man die durch 24 stündige Mazeration von Laminarien mit Sodalösung erhaltene schleimige Lösung. Es ist das Ca-Salz der Alginsäure und dürfte nur Pentosen enthalten (vgl. auch Hoagland and Lieb 1915, p. 287). In 2 prozentiger Lösung hat es eine dicke, in 5 prozentiger Lösung bereits eine gelatinöse Konsistenz.

Algin wird durch Alkohol, Methylalkohol, Mineralsäuren und einige Salze gefällt, dagegen nicht durch Alkalisalze, Kaliumchromat und Tannin. Hierdurch unterscheidet es sich vom Eiweiß, von Gelose, Gelatine, Dextrin, Tragant und durch das Ausbleiben der Jodreaktion von Stärkelösung. Mit Laminariakohle gemengtes Algin wird Karbonzement genannt und dient als Wärmeschutzmasse.

Kocht man *Laminaria* mit Natriumkarbonat, so erhält man nach Filtration das Natriumalginat, eine außerordentlich zähe Masse, in welcher durch Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure die Alginsäure frei wird. Diese ergibt mit Metallen unlösliche Verbindungen, die sogenannten Alginoide, die teilweise — wie z. B. das Alginoid-Arsenik — als Heilmittel empfohlen werden. Ein anderes Alginoid, das Alginoid-Magnesium, das man durch Einwirkung freier Alginsäure auf Magnesiumkarbonat erhält und das in Wasser löslich ist, wird in 40 prozentiger Lösung als Klebemittel verwandt.

Auch Alginoid-Alkaloide gibt es, wie z. B. das Alginoidmorphium, das 35% Morphium enthält. Die Alginoid-Alkaloide sind wasserlösliche Salze, die durch direkte Einwirkung der Alginsäure auf Alkaloide erhalten werden (vgl. Pharmaz. Zentralh. 1898).

6. Meeresalgen als Nahrungsmittel.

Die Verwendung gewisser Meeresalgen als Nahrungsmittel für den Menschen oder als Futtermittel für bestimmte Haustiere beruht in erster Linie wohl auf dem Schleimgehalt (Interzellularsubstanzschleim) der betreffenden Algen. Aus diesem Grunde soll daher hier auf die in Betracht kommenden Grünalgen, Braunalgen und Rotalgen und ihre Verwendung wenigstens in Kürze eingegangen werden.

In der Literatur findet man immer und immer wieder die Angabe, daß die Bewohner der atlantischen Küsten Europas Laminarien, *Fucus, Alaria esculenta* usw. als Gemüse essen. Es ist das Verdienst Sauvageau's, die Richtigkeit dieser Angaben mit Unterstützung verschiedener anderer Algologen nachgeprüft und die Ergebnisse in seinem Buch: »Utilisation des Algues marines« (1920, S. 269

usw.) mitgeteilt zu haben. Man vergleiche auch Wuitner (1921, 9. XCIV).

Während in früheren Zeiten Algen wie *Ulva lactuca* L., *Laminaria, Alaria esculenta* Grev., *A. Pylaii* Grev., *Porphyra laciniata* C. Ag., *Laurencia pinnatifida* Lamour., *Rhodymenia palmata* Grev. usw. offenbar an den Küsten besonders des nördlichen Europa gegessen wurden, ist ihre Verwendung für die menschliche Ernährung hier — soweit sie überhaupt noch stattfindet — in ständigem Rückgange begriffen. Auf Grönland, den Färöern, in Dänemark und Frankreich werden heutzutage die Meeresalgen nicht mehr gegessen, in Norwegen nur noch gelegentlich und zwar in Zeiten der Teuerung. Auf Island, wo ehemals *Alaria* und *Rhodymenia* ein verbreitetes Nahrungsmittel der Bewohner darstellten, werden sie heute nur noch in Zeiten der Not zusammen mit anderen Algen gegessen. In Irland und Schottland scheinen dagegen verschiedene Meeresalgen auch heute noch benutzt zu werden, jedoch mehr als Würzmittel.

Wesentlich anders liegen die Dinge in Ostasien. Hier spielt eine größere Anzahl Meeresalgen bei den Japanern eine wichtige Rolle als Nahrungsmittel. Schon Mueller-Beeck (1886) hat darüber Angaben gemacht. Ferner haben Senft (1906, 1907) und Smith (1905, auch 1894) über 30 Arten namhaft gemacht, die in Japan von den Bewohnern der Küstengegenden gegessen werden. In Betracht kommen Arten der Gattungen *Ulva, Enteromorpha, Sargassum, Laminaria, Cystophyllum, Ecklonia, Undaria, Alaria, Nemalion, Chondrus, Gigartina, Gymnogongrus, Gracilaria, Callymenia, Campylaephora, Ceramium* und andere. Nach Yendo (1919, S. 58) werden in Japan die *Alaria*-Arten jetzt nur noch in geringem Maße zur menschlichen Ernährung benutzt.

In Japan bilden außerdem zwei aus Meeresalgen hergestellte Nahrungsmittel einen wichtigen Handelsartikel:

Als Amanori (Asakusanori, Hoshinori usw.) bezeichnet man papierdünne Blätter, die aus der Rotalge *Porphyra tenera* Kjellm. hergestellt werden. Die Alge wird in süßem Wasser gewaschen, in kleine Stücke geschnitten, zu ganz dünnen Blättern gepreßt und getrocknet. Das Produkt stellt ein bei den Japanern sehr beliebtes Gemüse dar. Über die chemische Zusammensetzung vergleiche man Okuda et Nakayama (1916) und Matsui (1916).

Das zweite Produkt, das hauptsächlich von der Insel Yesso kommt, führt den Namen Kombu und wird angeblich schon seit 1730 hergestellt. Nach Smith (1905) und Davidson (1906) besteht es vor allem aus verschiedenen Arten der Gattungen *Laminaria, Arthrothamnus* und *Alaria*. Die Algen werden an der Luft getrocknet und nach Entfernung der Stiele dann die blattartigen Thallusteile (die sog. Blätter) in Wasser gekocht. Die erhaltene Masse läßt man trocknen, preßt sie dann zusammen und stellt schließlich daraus durch Hobeln kleinere Schnitzel her. Diese Ware, von der ungefähr ein Dutzend Sorten im Handel sind, wird in Japan sehr viel in den verschiedensten Zubereitungsarten gegessen und auch in großem Maßstabe nach China exportiert. — Schon Debeaux (1875) hat auf die weitgehende Verwendung, die die in der Hauptsache aus Japan stammenden Laminarien bei den Chinesen als Nahrungsmittel haben, hingewiesen.

Noch in einigen anderen Teilen der Erde werden Meeresalgen für die menschliche Ernährung verwendet. So auf den Sandwich-Inseln, wo gewisse Arten von *Ulva, Enteromorpha, Sargassum, Dictyopteris, Porphyra, Ahnfeltia, Gracilaria, Hypnea* und *Asparagopsis* von den Eingeborenen noch heute gegessen werden, allerdings in viel geringerem Maße als früher. Man vergleiche darüber Setchell (1905), Reed (1907), Perrotet Gatin (1912) und Mac Caughey (1918).

An der pazifischen Küste Nordamerikas wird nach Swan (1894) auf Queen Charlotte Island *Ulva Lactuca* L., *Porphyra* und *Rhodymenia palmata* (L.) Grev. von den Indianern zur Ernährung benutzt, und weiter nördlich sind an der Küste Alaskas sowie auf den Aleuten und in Kamtschatka (vgl. Yendo, 1919) *Alaria*-Arten geschätzte Nahrungsmittel.

In Südamerika dient in Chile und nach Hariot (1892) im Feuerland der Riesentang *Durvillaea utilis* Bory der ärmeren Bevölkerung als Nahrung.

Als Futtermittel für Haustiere

— Ziegen, Schafe, Schweine und Kühe — wird eine größere Anzahl Meeresalgen vielfach auch heute noch in den Küstengebieten Europas verwandt. So in Island, Norwegen, Gotland, Jütland, Schottland, Frankreich usw. Vor allem geschieht dies in den Zeiten, in denen größere Mengen anderer Futtermittel nicht vorhanden sind, z. B. auch in den Wintermonaten. Im allgemeinen scheint jedoch diese Nahrung für die Tiere nicht recht geeignet zu sein, da sie dann weniger Milch geben, weniger Fett ansetzen und dabei überhaupt nicht so kräftig und widerstandsfähig sind. Verschiedentlich — so z. B. von Hendrick (1916) in Schottland — ist beobachtet worden, daß das Vieh sich oft selbst am Strande aus den ausgeworfenen Meeresalgen seine Nahrung heraussucht.

Über die Benutzung der Meeresalgen als Futtermittel für Pferde sind in neuerer Zeit in Frankreich von Adrian (1918), Lapicque (1918) und Sauvageau et Moreau (1919) eingehende Versuche angestellt worden. Näheres hierüber vergleiche man auch in Sauvageau, Utilisation des Algues Marines (1920), S. 318 bis 333, sowie Wuitner (1921, S. CII).

7. Helminthochorton.

Wenn auch diese, bis in die neuere Zeit medizinisch verwandte Droge keine eigentliche Schleimdroge darstellt, sondern der wirksame Bestandteil in einem harzartigen Stoff zu suchen ist, so möge sie doch im Hinblick auf ihre Stammpflanzen an dieser Stelle den Algendrogen angereiht werden.

Stammpflanze: Die unter der Bezeichnung Helminthochorton oder Alga Helminthochorton (Wurmmoos, Korallenmoos, Wurmtang — frz.: mousse de Corse, coralline de Corse, varech vermifuge — engl.: Corsican moss) im Handel befindliche Ware stellt heutzutage ein äußerst wechselndes Gemisch von marinen Algenarten dar.

Nur in dem aus dem Mittelmeer kommenden Helminthochorton, dem korsikanischen Wurmmoos (Helminthochorton corsicanum verschiedener Pharmakopöen), und auch da nicht immer, findet sich der eigentliche Wurmtang *Alsidium Helminthochorton* vor, von dem sich der Drogenname ableitet.

Alsidium Helminthochorton (La Tour) Kütz. (= *Fucus Helminth.* La Tour = *Ceramium Helminth.* Roth = *Gigartina Helminth.* Lamour. = *Helminthochortos officinarum* Link = *Sphaerococcus Helminth.* C. Ag. = *Plocaria Helminth.* Endl.) ist eine im Mittelmeer an den Küsten von Korsika, Sardinien, Sizilien (?) und im Adriatischen Meer an der Küste von Dalmatien und Istrien vorkommende, jedoch nicht sehr häufige Rotalge aus der Familie der Rhodomelaeaceae (vgl. auch Schiffner 1916). An der Küste des Atlantischen Ozeans, wo Helminthochorton ebenfalls gesammelt wird, kommt *Alsidium* jedoch nicht vor.

Der rötlichbraune Thallus ist klein, dicht rasenförmig, mit $^1/_2$—1 mm dicken, stielrunden und seitlich verzweigten Hauptästen, die mit zahlreichen aufrechten, parallelen, fast gleichhohen und in borstenförmige Enden auslaufenden Ästchen besetzt sind. Seine Konsistenz ist fest-fleischig bis knorpelig.

Schon De Candolle (1804) stellte fest, daß die von ihm untersuchte Ware des korsikanischen Wurmmooses nur zu $^1/_3$ aus *Alsidium* und im übrigen aus einer großen Anzahl der verschiedensten Meeresalgen bestand. Nach Debeaux (1873) und Sauvageau (1920, S. 345) ist dieses Verhältnis noch viel ungünstiger.

In der nordischen Ware fehlt *Alsidium* gänzlich. Sie besteht vielmehr aus einem Gemenge der verschiedensten Algen, untermischt mit Blattstückchen von *Zostera marina* L., Bruchstücken von Korallen, Schneckengehäusen, Sand usw. Über die in der Ware aufgefundenen Algenarten usw. vergleiche man Dragendorff (1898, S. 20—26), Gerardin (1898), Wiggers (Pharmakogn., S. 103) und Zörnig (1911, S. 260).

Die wechselnde Zusammensetzung und die Verunreinigungen der Droge erklären sich daraus, daß das Helminthochorton nichts anderes darstellt, als die vom Meere jeweils ausgeworfenen Tangmassen, die einfach eingesammelt und mit dem anhaftenden Seewasser getrocknet werden.

Handel: In den Handel gelangt Helminthochorton aus der Nordsee und dem Atlantischen Ozean über Hamburg, aus dem Mittelmeer über Triest und Marseille.

Beschaffenheit: Die Handelsware

hat im allgemeinen eine vorwiegend dunkelbraune bis schwärzlichblaue Farbe, einen unangenehmen Seegeruch und einen salzigen, schleimigen Geschmack; sie besteht aus den durcheinandergewirrten, fadenförmigen und verzweigten Algenfäden.

Chemie: Außer den gewöhnlichen Bestandteilen der Meeresalgen, wie insbesondere Tangschleim und Jod, ist von Garçain (1906) eine ölige Substanz und als wirksamer Stoff ein harzartiger Körper nachgewiesen worden. Auch Brom ist vorhanden.

Verwendung: Helminthochorton wird besonders in Südeuropa, aber auch sonst als Volksheilmittel gegen Skropheln und chronische Tuberkulose, vor allem aber als Mittel gegen Eingeweidewürmer (Vermifugum) verwendet (vgl. Vogl, 1892, S. 13). Nach Garçain (1906) ist jedoch die Handelsware infolge des geringen Gehaltes oder der Abwesenheit von *Alsidium* als Wurmmittel so gut wie wirkungslos.

II. Die Membranschleime.

8. Ulmenrinde.

Stammpflanze: Für die Gewinnung der Ulmenrinde oder Rüsternrinde (off.: Cortex Ulmi, Cortex Ulmi interior, Cortex Ulmi mundatus, Cortex Ulmi pyramidalis; engl.: elm bark; frz.: écorce d'orme pyramidal) kommen folgende Arten in Betracht:

1. *Ulmus effusa* Willd. (= *U. levis* Pallas = *U. pedunculata* Foug. = *U. ciliata* Ehrh. = *U. racemosa* Borckh.), die Flatter-Ulme (Fam.: Ulmaceae—Ulmoideae). Sie ist in ihrer Verbreitung auf Mittel- und Südeuropa von Frankreich bis Mittel- und Südrußland, sowie auf den Kaukasus beschränkt und wird nicht selten kultiviert. Nördlich geht sie bis nach Dänemark, fehlt aber in Großbritannien, Spanien, in den Alpen, dem südlichen Italien, Istrien und Griechenland.

2. *Ulmus campestris* L. (= *U. glabra* Mill. = *U. eu-campestris* Aschers. et Graebn. = *U. nuda* Ehrh.). Die Feld-Ulme ist in den Wäldern des europäisch-asiatischen Gebietes von Spanien und Nordafrika durch Mittel- und Südeuropa (nördlich bis Dänemark, Polen, Wolhynien, Charkow), Syrien, Nordpersien, Afghanistan, Turkestan, den Himalaja, China und Japan bis zum Amur und dem Ussuri verbreitet. Sie wird oft als Alleebaum angepflanzt.

3. Nach Rosenthal (1862, S. 189) wird auch die Rinde der ebenfalls in Europa heimischen *U. montana* With. (= *U. tiliaefolia* Host, *U. corylifolia* Host und *U. major* Sm.) benutzt.

Beschaffenheit: Zur Gewinnung der Droge werden im Frühjahr 3—4jährige Zweige oder Äste geschält, und die so erhaltene Rinde wird von der Kork- und Borkenschicht befreit. Die in den Handel kommenden und vielfach zu länglichen

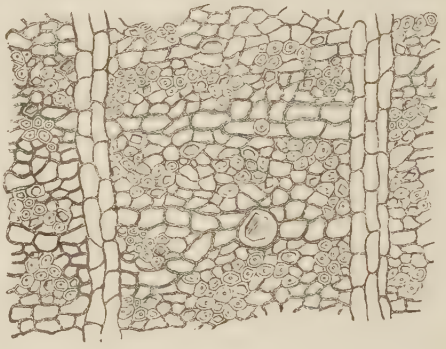


Abb. 5.
Ulmus pedunculata Foug. Querschnitt durch die Rinde. Vergr. 160mal. (Nach Moeller.)

Bündeln aufgerollten Stücke bestehen daher nur aus den inneren Teilen der Rinde. Die einzelnen Platten sind flach, zäh und biegsam, 10—12 cm lang und bis 5 cm breit, bei einer Stärke von 2—6 mm. Ihrer im getrockneten Zustande mehr oder weniger zimtbraunen Außenseite haften häufig noch mehr oder weniger große Reste der äußeren Partien der Rinde (braunes Rindenparenchym, glänzender, hellgrauer Kork oder Borke) an. Die Innenseite ist heller und erscheint durch zahlreiche, feine Linien dicht längsgestreift. Der Bruch der Platten ist ziemlich kurz und nicht sehr faserig. Auf dem Querschnitt erscheinen sie fast weiß und sind durch die zahlreichen Markstrahlen fein radial gestreift. Die Schleimzellen treten in Form von Pünktchen oder Strichelchen hervor.

Anatomie: Das Querschnittsbild der geschälten Rinde zeigt, daß die bereits erwähnten, rötlichen Markstrahlen meistens dreireihig sind. Die dazwischenliegenden Rindenstrahlen bestehen aus

weitlumigen Siebröhren mit großen, netzförmig durchbrochenen Siebplatten, ferner aus kleineren oder größeren, dickwandigen, einen rotbraunen Farbstoff und feinkörnige Stärke oder aber Oxalateinzelkristalle enthaltenden Parenchymzellen, die tangential gestreckt sind und in einer oder zwei Reihen liegen, und schließlich aus einzeln liegenden, kreisrunden und ein wenig größeren, sonst aber von den Parenchymzellen nicht abweichend gestalteten Schleimzellen, deren Schleimmembranen eine zarte Schichtung erkennen lassen. Mit diesen Zellkomplexen wechseln innerhalb der Rindenstrahlen sehr lange, schmale und nahezu vollständig verdickte, hellgelbliche Bastfasern oder Bastfasergruppen ab, die entweder vereinzelt oder in unregelmäßigen, nicht fest zusammenschließenden, tangentialen Reihen angeordnet liegen. Die Bastfasern werden von Kristallkammerfasern begleitet, die große aber selten gut ausgebildete und häufig abgerundete Einzelkristalle führen.

Chemie: Die Ulmenrinde enthält viel Schleim, Stärke, ferner Bitterstoffe, Salze, Harze usw. Vgl. auch Johansen (1875). Der Schleimgehalt der Rinde nimmt mit ihrem Alter ab, aus welchem Grunde vor allem 3—4jährige Äste bei der Gewinnung der Droge bevorzugt werden. Gerbstoffe sind nach Rinck etwa 6,5 %, nach David dagegen nur etwa 3 % vorhanden und sollen mit der Eichenrindengerbsäure identisch sein.

Prüfung: Die Droge schmeckt schleimig, adstringierend und schwach süßlich. In dem heiß bereiteten Auszug 1 : 10 entsteht eine braune Fällung durch Eisenchlorid und eine grüne Färbung durch Kalilauge.

Anwendung: Die Ulmenrinde wurde schon früh in der Medizin benutzt. So weist schon Dioskurides auf ihre Verwendung hin. (Vgl. auch Hovorka und Kronfeld, 1908, S. 424). Ihre Bedeutung als Arzneidroge beruht in erster Linie auf ihrem Schleimgehalt. Sie wurde daher innerlich als Tonicum, Anticatarrhale, Mucilaginosum, äußerlich bei Verbrennungen und Hautausschlägen angewandt. Jetzt ist sie bei uns nicht mehr offizinell und wird nur noch wenig benutzt. Auch die Chinesen verwenden die Rinde von *U. campestris* als Mucilaginosum.

Technisch wird sie zum Gerben auf Grund ihres Tanningehaltes, ferner in der Papierfabrikation verwertet. Ihr Bast ist ein allerdings geringwertiges Flechtmaterial. Auch zum Gelbfärben dienten früher die jüngeren Teile der Ulmenrinde.

9. Slippery Elm Bark.

Stammpflanze: Die in der U. St. Amer. Pharmacopoe offizinelle Ulmenrinde (Schleimrüsternrinde; off.: Cortex Ulmi fulvae, Cortex Ulmi pubescentis) stammt von *Ulmus fulva* Michx. (= *U. pubescens* Walt. = *U. rubra* Michx.), der Schleimrüster oder Rotulme, engl.: slippery elm, red elm, morose elm, Indian elm, sweet elm, rock elm. Sie ist ein 15—20 m hoher Baum, der im atlantischen Nordamerika von Quebec bis Florida und westlich bis North-Dakota und Texas heimisch ist (Britton and Brown, Illustr. Flora Northern United States I [1913] 627).

Morphologie: Die Handelsware besteht aus in Bündeln verpackten Platten, die von lederartiger Konsistenz sind und eine Länge von oft 60—90 cm, eine Breite von etwa 5—10 cm und eine Stärke von 2—3 mm erreichen. Die Außenseite der eine feine Längsstreifung aufweisenden Platten ist hellbraun oder weißlichbraun, die Innenseite gelblichbraun. Zur Gewinnung der Droge werden ausschließlich die inneren Teile der Rinde benutzt, doch haften ihr gelegentlich noch Teile der Außenrinde an. Der Bruch der Platten ist längsfaserig, der Querschnitt fein gefeldert. Die Droge besitzt einen eigenartigen an *Foenum graecum* erinnernden Geruch und schmeckt schleimig und fade.

Anatomie: Die Bastfasern sind zu lockeren, wellenförmigen, gelblichen Tangentialreihen vereinigt und wechseln mit braunen, aus Leptomelementen und Parenchymzellen bestehenden Bändern ab, in denen Kalziumoxalatdrusen und kleinkörnige Stärke sehr reichlich vorhanden ist. Die letzteren Gewebepartien sind durch das Vorkommen äußerst zahlreicher, bis 0,3 mm großer und einen farblosen Schleim führender Schleimzellen ausgezeichnet. Die Rinde wird von sehr zahlreichen, schmalen Markstrahlen durchzogen.

Auf der Tatsache, daß die Rinde von *U. fulva* im Gegensatz zu *U. effusa* und *U. campestris* bedeutend mehr Schleim-

zellen besitzt, beruht der viel größere Schleimgehalt der Rinde dieser nordamerikanischen Ulme. Aus demselben Grunde wird sie auch der *U. americana* L. vorgezogen.

Verfälschung: Die zerstoßene Rinde wird oft mit Mais- und Kartoffelmehl verfälscht.

Anwendung: Die medizinische Bedeutung der Droge in Amerika beruht auf dem außerordentlich hohen Schleimgehalt der Rinde. Der Schleim wird durch Einlegen der Rinde in kaltes oder heißes Wasser gewonnen. Sie quillt dabei ungefähr um das Dreifache ihres Volumens auf und wird von einem zähen, klebrigen, neutralen Schleim umhüllt. Die Droge wird ähnlich wie *Althaea* innerlich als einhüllendes Mittel gegen Husten verwandt. Äußerlich wird das Pulver zu Breiumschlägen benutzt. Die Rinde ist auch ohne alle Zubereitung genießbar.

10. Loranthus-Vogelleim.

Stammpflanze: Verwendung als Vogelleim findet der klebrige Beerenschleim der Echten Eichenmistel oder Europäischen Riemenblume, *Loranthus europaeus* Jacq. (Fam.: Loranthaceae-Loranthoideae), des einzigen in Europa vorkommenden Vertreters einer sonst mit etwa 200 Arten vorzugsweise in den Subtropen und Tropen der Alten Welt heimischen Gattung. *Loranthus europaeus* ist in seiner Verbreitung auf Südost-Europa und Kleinasien (Lydien, Taurus, Cilicien, Kurdistan) beschränkt. Das Areal reicht westlich bis nach Sizilien und Süd- und Mittel-Italien (fehlt in der Poebene), nordwestlich durch die Dobrudscha, Moldau, Bukowina, Ungarn, Krain, Küstenland, Österreich (Steiermark, Niederösterreich; fehlt bereits in Kärnten, Tirol, Salzburg und Oberösterreich), sowie Mähren und Böhmen (zerstreut) bis zum Fuße des Erzgebirges. In Deutschland finden sich nur zwei nach Nordwesten vorgeschobene Standorte bei Pirna (Dohna und Dohma) in Sachsen.

Loranthus europaeus ist ein sommergrüner, gabelig verzweigter, bis über 1 m hoher Strauch mit leicht zerbrechlichen Zweigen und fast gegenständigen, kurzgestielten, ganzrandigen, dicken und dunkelgrünen Blättern. Die unscheinbaren gelben Blüten sind getrenntgeschlechtig, und zwar stehen die ♂ Blüten in endständigen Trauben, die ♀ Blüten in endständigen lockeren Ähren. Die Scheinfrüchte sind gelb und beerenartig und besitzen eine saftreiche, klebrige Mittelschicht. *Loranthus* ist ebenso, wie die bei uns bekanntere Mistel, ein Halbparasit und schmarotzt auf verschiedenen Eichen-Arten (besonders auf *Quercus pubescens* und *Qu. cerris*) sowie auf *Castanea vesca*.

Aus den Darlegungen Tubeufs (1923, S. 49 ff.) geht hervor, daß der in früheren Zeiten und auch noch heute benutzte Vogelleim von *Loranthus europaeus* gewonnen wird und nicht, wie vielfach angegeben wird, von der Mistel, *Viscum album* (vgl. auch unter Mistel-Schleim). So sprechen schon die Angaben bei Theophrast und bei Plinius dafür, daß im alten Griechenland und auf der apenninischen Halbinsel zur Zeit der Römer der Vogelleim aus den Beeren von *Loranthus* hergestellt wurde. Erst die Autoren der Kräuterbücher hielten die ihnen bekanntere Mistel (*Viscum album*) für die Stammpflanze.

Gewinnung: Eine große Anzahl von Vorschriften über die Herstellung des Vogelleims sind veröffentlicht worden. Hier mögen nur die beiden folgenden angeführt werden:

G. Sauci (in: Voyage dans le Siennois 1791) beschreibt die in Italien übliche Art der Gewinnung: »Die armen Bewohner der Montamieta bereiten den Vogelleim im großen aus den Früchten der Loranthen, die auf Kastanienbäumen wachsen. Man läßt die reifen Beeren einige Tage welken; dann legt man sie 1 oder 2 Tage in warmes Wasser. Darauf nimmt man einige Pfund heraus, tut sie in einen Kessel, so viel Wasser hinzu, bis sie ganz bedeckt sind, läßt sie einmal aufwallen, nimmt den Kessel vom Feuer, gießt das Wasser aus, legt die Beerenmasse auf einen Tisch, schlägt sie mit einem glatten Holz, bis alle Beeren zermalmt und in eine teigartige Masse verwandelt sind. Diese wäscht man dann in fließendem Wasser aus, wobei man sie fortwährend zwischen den Händen reibt, und so ist der Vogelleim bald fertig.« (ex Lenz, 1859, S. 599.)

Bei Tubeuf (1923, S. 53) findet sich

ein neuzeitiges Rezept zur Herstellung des Vogelleims (nach einer Mitteilung des Waldbauschülers K. Radda in Bruck a. d. Leitha, Niederösterreich): »Die gesammelten Früchte werden in einen irdenen Topf gegeben und mit kaltem Wasser übergossen, so daß dieses fingerhoch über den Beeren steht. Hierauf wird der Topf am Herde bis zum Kochen erhitzt und beim Eintreten des Kochens löffelweise reine Holzasche eingestreut (pro Liter Früchte 1 Eßlöffel Asche). Unter fleißigem Umrühren läßt man nun die Früchte zerkochen und soweit eindicken, bis sich um den Rührlöffel ein Klumpen bildet. Nun wird der Topf in kaltes Wasser gestellt und unter stetem Umrühren auskühlen gelassen. Ist dies eingetreten, so wird die Leimmasse unter kaltem Wasser geknetet und unter solchem auch für ferneren Bedarf aufbewahrt. Zum Gebrauch verdünnt man den Leim vorsichtig mit Öl.«

Chemie: Über die Inhaltsstoffe von *Loranthus* scheint bisher nur eine alte Untersuchung von Anthon (in Buchn. Repert. Pharm. 1 [1835] 113) vorzuliegen.

Ersatz: Wie bereits Lenz (1859, S. 599) angibt, benutzen die Thüringer Vogelsteller dick eingekochtes Leinöl als Vogelleim. Auch aus der Rinde von *Ilex aquifolium*, die man zu einer breiigen Masse zerstößt und dann einen Gärungsprozeß durchmachen läßt, wird ein sehr guter Vogelleim bereitet. Vgl. Förster (Die Stechpalme oder Hülse 1916, S. 30). In Japan wird der Vogelleim aus der Rinde von *Ilex integerrima, I. crenata, I. latifolia* und *Trochodendron aralioides* usw. gewonnen. Näheres hierüber siehe bei Koketsu in Bot. Magaz. Tokyo Bd. 28 (1914), S. (207) und (161).

Anwendung: Der klebrige Schleim der Beeren von *Loranthus* wird heutigentags vor allem in den südlichen Ländern — Griechenland und Italien — zur Herstellung von Leimruten verwandt, mit denen die Vogelsteller besonders den Fang von Drosseln betreiben. Tubeuf (1923, S. 53) erhielt auf seine in den jetzigen und früheren österreichischen Ländern kursierenden Mistel-Fragebogen eine große Anzahl von Mitteilungen, aus denen hervorgeht, daß in den Gebieten, in denen *Loranthus* vorkommt, auch noch heute aus dieser Pflanze Vogelleim hergestellt und zum Vogelfang benutzt wird, so z. B. in Böhmen und Mähren. Dasselbe geschieht danach aber auch in Tirol und anderen Ländern, in denen *Loranthus* fehlt und in denen sich daher die Vogelsteller die *Loranthus*-Pflanzen zur Herstellung des Leimes von auswärts kommen lassen müssen. Auch zum Insektenfang — so zur Beseitigung der Fliegen — wird der *Loranthus*-Leim verwandt.

Anmerkung: In Ostindien gelten einzelne Arten von *Loranthus* wohl ebenfalls auf Grund ihres Schleimgehaltes als geeignet zur Bereitung zerteilender Mittel, und in Brasilien sollen die mit Öl zerriebenen Beeren von *Struthanthus*-Arten zu zerteilenden Einreibungen verwandt werden (vgl. Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. III, 1 [1894], S. 176). Zu letzterer Gattung gehört vielleicht auch der bei Rosenthal (1862, S. 571) angeführte »*Loranthus uniflorus* Peckolt«, dessen Beeren in Brasilien zur Herstellung von Vogelleim und dessen Blätter zu Kataplasmen dienen sollen.

11. Mistelschleim.

Stammpflanze: Die bis vor kurzem noch in Deutschland offizinellen Stipites (et folia) Visci (Viscum quercinum) stammen von *Viscum album* L., unserer weißen Mistel, auch Leimmistel, Eichenmistel, Misteldorn usw. genannt (engl.: white mistletoe; frz.: gui blanc, gui de chêne; ital.: visco, vischia, visch). Sie ist ein immergrüner, bis 1 m und mehr im Durchmesser erreichender und reich gabelspaltig verzweigter Strauch aus der Familie der Loranthaceae und schmarotzt als solcher als sogenannter Halbparasit auf Laub- und Nadelbäumen. Die Blätter sind gegenständig, sitzend, lederartig und von gelbgrüner Farbe. Die gelben, eingeschlechtlichen Blüten sind unscheinbar und stehen zu 3—5 in sitzenden Trugdolden. Die Frucht ist eine saftige Scheinbeere, an deren Bildung die Blütenachse beteiligt ist. Sie ist kugelig, weiß oder seltener hellgelb, durchscheinend, mit schleimigem Fruchtfleisch und meist nur einem, fast herzförmig gestalteten und flachgedrückten Samen.

Die Mistel ist vor allem in Süd- und Mitteleuropa von der Ebene bis in die

Voralpen und Alpentäler verbreitet und geht nördlich bis Skandinavien (59° 30′), Litauen und Moskau. Ferner findet sie sich in Rußland, Armenien und West-Persien. Im Süden — Südspanien, Italien und Palästina — wird sie durch das nahe verwandte *Viscum cruciatum* Sieb. ersetzt.

Im Gegensatz zu früheren Autoren, die auf Grund gewisser morphologischer Verschiedenheiten eine mehr oder weniger große Anzahl von Mistelformen aufgestellt haben, unterscheidet man jetzt mit Tubeuf mit Rücksicht auf die Anpassung der Mistel an bestimmte Wirtspflanzen drei biologische, ernährungsphysiologische Rassen.

1. Laubholz-Mistel: auf Laubbäumen.
2. Tannen-Mistel: auf *Abies*-Arten.
3. Föhren-Mistel: auf *Pinus silvestris, Pinus nigra,* gelegentlich auf *Pinus montana* und sehr selten auf *Picea excelsa.*

Gewinnung: Zur Herstellung des wirksamen Stoffes, des Viscins, wird nach Reinsch (1862) vorzugsweise die von den Stengelteilen abgeschabte Rinde 12—18 Stunden lang mit Wasser mazeriert und öfters gestampft und geknetet. Das Wasser nebst den darin löslichen Substanzen (Zucker, Salze, Gerbsäure, Eiweiß usw.) wird dann durch ein Tuch hindurch abgepreßt. Durch öfteres Wiederholen dieses Prozesses entsteht schließlich eine grünliche, zähe, schleimige Masse, das rohe Viscin, das für medizinische Zwecke noch gereinigt werden muß. Riehl und Stich (1900) geben ein ähnliches Verfahren an. Man vergleiche auch Hanausek (1918).

Beschaffenheit: Die Stipites (et folia) Visci sind die getrockneten, jüngeren Zweige mit den Blättern. Die gelblich-grünen Stipites, deren einzelne Glieder 2—8 cm lang und 2—12 mm dick werden, sind stielrund, an der Oberfläche etwas runzelig und an den Knoten verdickt. Die dicken, lederartigen Blätter sind länglich-verkehrteiförmig bis breit zungenförmig und weisen 2—3 deutlich sichtbare Längsnerven auf.

Anatomie: Der Stengel ist mit einer Epidermis bedeckt, deren Außenwand sehr stark verdickt und stark kutinisiert ist und in deren Lumen sich Chlorophyllkörner (!) befinden. Auch an älteren Zweigen findet keine Korkbildung statt, sondern es treten, wie Damm (1902) gezeigt hat, auf der Außenseite der angrenzenden Rindenparenchymzellen Kutikularschichten auf, wodurch die Epidermis verstärkt wird und ein sogenanntes Kutikularepithel entsteht. Die primäre Rinde setzt sich aus elliptischen, sich später tangential streckenden, Chlorophyll führenden Zellen zusammen, an die sich der Gefäßbündelring anschließt. Die Gefäßbündel selbst werden außen von einem großen Bastbündel, auf ihrer Innenseite nur von einem kleinen Baststrang begleitet. Die Zellen des Markes sind fast kugelige Elemente mit dicken, quellbaren reichgetüpfelten Wänden.

Die Blätter sind isolateral gebaut. Die beiderseitige Epidermis entspricht der des Stengels (nach Marktanner 1885). Das Mesophyll zeigt keinerlei Differenzierung in verschiedene Gewebe, sondern besteht aus isodiametrischen, gleichgestalteten Zellen, von denen einzelne je eine Kristalldruse führen.

Die Mistel zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Zellkerne sehr groß sind.

Die Beerenfrüchte, die stark viscinhaltig sind und besonders früher verwandt wurden, haben eine zarte Fruchthaut (Epikarp) und ein anfangs grünes, dann weiß bis gelbliches, schleimiges und fadenziehendes Fruchtfleisch (Mesokarp). Dieses besteht nach Tomann (1906) aus zwei verschiedenen Schleimschichten, einer äußeren, verdaulichen Zelluloseschleim und einer inneren, unverdaulichen Pektinschleim enthaltenden Partie. In den eigentlichen Samen liegen, in ein reichliches, Stärke und Chlorophyllkörner führendes Endosperm eingebettet, je 1—4 stielrunde Keimlinge. Näheres über die Anatomie der Früchte und Samen sehe man bei van Tieghem (1870) und Gjokic (1896).

Chemie: Winkler gibt in einer alten Analyse für die Mistel folgende Bestandteile an: 6,68 % Viscin, 5,83 % fettes Öl, 16,68 % Zucker, 3,31 % Gummi, 12,5 % Kalisalz, Eiweiß, Bitterstoff, Stärke, etwas Gerbstoff. Neuerdings hat Leprince (1908) neben dem Viscautschin und der Viscinsäure ein Alkaloid, von der Formel $C_8H_{11}N$, ein Glukosid, einen harzartigen Körper und eine Oxydase festgestellt. Tanret (1907) wies außerdem im Fruchtfleisch Inosit in Form von i-Inosit und

racemischem Inosit nach und Gaultier et Chevalier (1907) im Mistelextrakt ein saponinartiges Glykosid, das auf das Nervensystem wirken soll.

Anwendung: Die Mistel galt im Altertum und im Mittelalter als Zaubertrank und als ein Mittel mit vielen heilkräftigen Eigenschaften, auf die bereits Dioskorides hingewiesen hat (Viscum quercum oder quercinum). In dieser Beziehung hat sie vor allem im Mittelalter eine große Bedeutung gehabt und spielt noch heute in der Volksheilkunde als Mittel besonders gegen Epilepsie, Krämpfe und Schwindel sowie als Adstringens zur Stillung von Blutungen, als Vomitivum und Abortivum, außerdem als Deckmittel bei Hautkrankheiten eine Rolle. Im Arzneibuch für das Deutsche Reich wird die Mistel seit 1890 nicht mehr geführt.

In den letzten 25 Jahren dagegen ist die Mistel auf Grund des Viscingehaltes in Rinde und Frucht in der Medizin wieder mehr in Anwendung gekommen. So empfahlen Riehl (1900) und Stich (1900) das Viscin als gut klebende Pflastermasse an Stelle von Heftpflastern: Emplastrum Viscini simplex, Emplastrum Viscini salicylicum, Emplastrum Viscini c. hydrargr. ciner., Emplastrum Viscini Jodoform. Auch eine Viscinpaste (Zincum viscosum und das sogenannte Viskolan sind im Handel und leisten bei Geschwüren, Brandwunden usw. gute Dienste.

Bei intravenöser Einspritzung des Mistelextraktes haben Gaultier (1906, 1907) und Gaultier et Chevalier (1907) neuerdings ausgesprochene blutdruckvermindernde Wirkungen festgestellt. Er wird daher als subkutanes Injektionsmittel bei Arteriosklerose, kongestiver Hämorrhagie und besonders bei Hämoptyse verwandt. Als ein derartiges Präparat ist in neuester Zeit das Viscysat in den Handel gebracht worden, mit dem man besonders bei Arteriosklerose gute Erfolge erzielt hat.

In neuester Zeit haben ferner verschiedene Naturheilkundige die im Mittelalter gebräuchlichen Rezepte wieder empfohlen, so bei Menstrualstörungen und als Tee bei Frauenleiden.

In der Literatur finden sich viele Angaben, daß die Mistel zu Vogelleim verwandt wird. Jedoch schon Lenz (1859, S. 599 usw.) und in letzter Zeit Tubeuf (1923, S. 49 usw.) bezweifeln — und wohl nicht mit Unrecht —, daß überhaupt aus *Viscum album* ein derartiger Klebstoff gewonnen werden kann. Haben doch ihre Versuche zur Herstellung des Vogelleimes dazu geführt, dessen Verwendbarkeit stark in Zweifel zu ziehen, und ist doch durch die von Tubeuf in Mitteleuropa in Umlauf gesetzten Fragebogen nirgends eine Person oder ein Geschäft namhaft geworden, das den Vogelleim aus Teilen der Mistel hergestellt hat. Vielmehr scheint die Stammpflanze dafür *Loranthus europaeus* zu sein (siehe S. 1860).

Bezüglich weiterer Einzelheiten über die Verwendung der Mistel vergleiche man vor allem die Monographie von Tubeuf (1923, S. 11—83).

Viscum album soll in der Moldau (Rumänien) auch zum Gelbfärben des Branntweines verwandt werden (nach Czihak und Szabo 1863).

12. Quittensamen.

Stammpflanze: Die Stammpflanze der Quittensamen oder Quittenkerne (off.: Semen Cydoniae; frz.: semence de coing; engl.: quince seed; ital.: seme di cotogno), deren Schleim in verschiedener Beziehung Verwertung findet, ist die echte Quitte, *Cydonia vulgaris* Pers. (= *Pirus Cydonia* L. = *Cydonia oblonga* Mill. = *C. Cydonia* Karsten = *C. europaea* Savi = *Sorbus Cydonia* Crantz), aus der Familie der Rosaceae-Pomoideae.

Neuerdings hat sich Sprague (1924) für die Annahme von *Cydonia oblonga* Mill. als wissenschaftlichen Namen für die Quitte eingesetzt.

Ihre Heimat ist der vordere Orient von Transkaukasien (hier bis 1300 m Höhe vorkommend) durch Persien, Südost-Arabien, Turan, Turkestan bis zum Hindukusch. Doch wurde sie durch die Kultur schon sehr frühzeitig verbreitet; so wird sie z.B. bereits um 600 v. Chr. aus Sizilien erwähnt. Infolgedessen hat sie sich jetzt im ganzen Mittelmeergebiet (Südeuropa, Nordafrika, Kleinasien, Syrien, Armenien, Kaukasus) eingebürgert und ist dort, ebenso wie in Süd- und Mittel-Deutschland (Bayern, Thüringen, Harz) stellenweise verwildert. Kultiviert wird die Quitte in allen Weltteilen, außer Australien. In Europa ist sie

nördlich bis Schottland — Südskandinavien — Königsberg anzutreffen; in der Neuen Welt ist sie in Florida, Zentralamerika, Chile usw. in Kultur.

Die Quitte ist ein meist 2—3 m hoher Strauch oder ein kleiner, oft krummer oder verwachsener Baum mit abstehenden Ästen und ganzrandigen, unterseits filzigen Blättern. Die blaßroten Blüten erreichen einen Durchmesser bis 7 cm und stehen einzeln an den Zweigenden. Die goldgelben (= quittegelben), angenehm riechenden Früchte haben eine birn- oder apfelförmige Gestalt und sind an ihrem Ende mit dem laubig vergrößerten Kelch besetzt. Das hartfleischige, herbe Fruchtfleisch schließt das aus fünf Karpellen (= Fächern) bestehende, knorpelige Kerngehäuse ein. Jedes Fach enthält 6 bis 14 Samen.

Gewinnung und Handel: Die Droge wird im September und Oktober gesammelt. Die beste und am besten bezahlte Handelsware kommt jetzt aus Südrußland (Krim). Daneben kommen auch Spanien und Portugal, Südfrankreich, Teneriffa und das Kapland als Produktionsländer in Betracht. Indien bezieht die Droge aus Persien, Afghanistan und Kaschmir.

Einfuhrhäfen sind die russischen Stapelplätze, sowie London und Hamburg.

Handelssorten: Im Handel unterscheidet man die sog. russischen und die spanischen Quittenkerne. Die erstere Ware stammt in der Hauptsache aus Persien, die zweite dagegen außer aus Spanien auch aus Frankreich und dem Kapland.

Beschaffenheit: Die Samen eines Fruchtfaches sind meist zu vielen, oft sogar alle durch ihren Schleim ihrer Lagerung in dem Fach entsprechend fest miteinander verklebt. Die einzelnen, getrockneten Samen sind hart, keilförmig oder verkehrt eiförmig und durch den gegenseitigen Druck gegeneinander abgeplattet und unregelmäßig kantig. Sie sind rotbraun oder braunviolett und werden durch den eingetrockneten Schleim wie mit einem weißlichen Häutchen überzogen. Ihre Größe beträgt im getrockneten Zustand 7—10 mm.

Innerhalb der zerbrechlichen Samenschale befindet sich, von einem schmalen Endosperm umgeben, der Embryo mit den beiden dicken, wellenförmig zusammengelegten und deutlich geaderten Kotyledonen und einem kurzen geraden Würzelchen.

Die Samen quellen im Wasser auf und umgeben sich bald mit einer breiten Schleimhülle, die durch Schütteln mit Wasser leicht abgelöst werden kann. Der Geschmack der Samen ist zunächst schleimig und erinnert dann beim Zerkauen schwach an den der bitteren Mandeln.

Anatomie: Der Querschnitt durch den Samen zeigt zunächst außen die charakteristische Schleimepidermis. Ihre Zellen sind palisadenartig senkrecht zur Oberfläche gestellt, schmal, hoch und farblos; die Außenwände sind auf ihrer Innenseite mit mächtigen, deutlich geschichteten, jedoch bei Wasserzutritt schnell ihre Struktur verlierenden Schleimschichten versehen. In dem nur noch sehr kleinen und ganz auf der Innenseite der Zellen liegenden Lumen findet sich etwas Plasma und kleinkörnige Stärke. Die Schleimschichten färben sich mit Jod gelb bis rosa bis braunrot, mit Jodschwefelsäure nach Kützing (1851, S. 194 u. tab. 4) und Cramer (1855) blau, mit Hämatoxylin violett. Unter der Schleimepidermis, die von einer zarten Kutikula überzogen wird, liegt die aus mehreren Lagen kleiner, derbwandiger und mit einem festen braunen Inhalt erfüllter Zellen bestehende Pigmentschicht, darunter die sogenannte Nährschicht, d. h. die zum größten Teil gänzlich obliterierten und gebräunten Reste des Nuzellus.

Das unter der Samenschale liegende, schmale Endosperm wird außen von einer Lage kleiner Zellen begrenzt, deren Außenwände dick und gelb gefärbt sind. Darunter befindet sich eine schmale Zone obliterierter Zellen, an die sich die in mehreren Reihen gelagerten, isodiametrischen Endospermzellen anschließen. Sie enthalten fettes Öl und Aleuronkörner, die bis 28 μ groß werden können und — wenigstens die größeren — Globoide und auch meist ein oder mehrere Kristalloide führen. Hierauf folgt wiederum eine Zone obliterierter Zellen, das sogenannte Quellgewebe (Tschirsch 1911, Hirsch 1890).

Die Kotyledonen, die die Hauptmasse

des Samens ausmachen, besitzen bereits deutlich ausgebildete Palisadenschichten. In den Zellen des Mesophylls sind ebenfalls fettes Öl und (allerdings etwas kleinere) Aleuronkörner vorhanden.

Noch unreife Samen enthalten in der Samenschale Stärke.

Eine eingehende Darstellung des anatomischen Baues des Quittensames findet man bei Morgenthaler (1897, S. 32).

Chemie: Die Quittensamen, die mit kaltem Wasser eine zähe, kolloidale Lösung bilden, enthalten nach Flückiger (1891, S. 983) 20—22 % (lufttrockenen) Schleim. Noch in 2 % Verdünnung verleiht er dem Wasser eine dicke Beschaffenheit. Der Schleim ist unlöslich in Alkalien und verdünnten Säuren. Beim Kochen mit verdünnter Salpetersäure liefert er, wie bereits Cramer (1855) und Frank (1865, 1866) festgestellt haben, Oxalsäure, aber keine Schleimsäure oder Zuckersäure. Es fehlt daher Galaktan und Dextran. Dagegen sind Pentosane (Araban und Xylan, oder ein verwandter Stoff) bei der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure nachgewiesen worden. Der *Cydonia*-Schleim läßt sich nach Flückiger (1891) mit Natriumsulfat und nach Pohl (1890, S. 151) mit Ammoniumsulfat aussalzen. Bleizucker fällt hier im Gegensatz zum Carrageenschleim flockig. Nach Schmidt (1844, S. 29) hat der Cydoniaschleim die Formel

$$C_{18}H_{28}O_{14} \cdot (= 3\,[C_6H_{10}O_5] - H_2O),$$

nach Mulder die Formel

$$C_{24}H_{38}O_{19} \cdot (= 4\,[C_6H_{10}O_5] - H_2O).$$

Im ungereinigten Zustand enthält er Kalk- und Eiweißsubstanzen.

Die Samen enthalten nach Jouck (1902) 0,4 %, nach Lehmann (1895) sogar 1,2—1,5 % Amygdalin, dessen Vorkommen bei *Cydonia* bereits von Wicke (1851, 1852) angegeben wurde, sowie Emulsin. Sie dürfen daher, um Blausäurebildung zu vermeiden, bei der Bereitung des Schleimes nicht gestoßen werden.

Weitere Bestandteile der Quittensamen sind Gerbstoffe, die in der Samenschale lokalisiert sind, sowie Farbstoffe und Proteinstoffe. Im Endosperm und im Embryo ist schließlich 15 % fettes Öl vorhanden, dessen Hauptbestandteil nach Herrmann (1899, S. 358) Myristicinsäure ist. Die Aschenbestandteile der Samen, die mit 13 % angegeben werden, enthalten 42 % Phosphorsäure (vgl. Souchay, 1845).

Verfälschungen: Als Verfälschungen der Droge kommen vor allem die Samen des Apfels und der Birne in Betracht, die sich durch ihre glatte, glänzende Oberfläche, durch ihre abgerundete, niemals kantige Form, durch das Fehlen einer Schleimepidermis und des darauf beruhenden weißlichen Überzuges jedoch leicht von den Quittensamen unterscheiden lassen. Nach Tschirch (1911, S. 336) sind auch die an ihrer ganz abweichenden Form leicht kenntlichen Samen (Kerne) der Weintrauben und neuerdings in Amerika kleine Fragmente getrockneter Quittenfrüchte als Verfälschung beobachtet worden.

Anwendung: Die durch ihren Reichtum an Schleim — Mucilago Cydoniae, Mucilago seminum cydoniarum — wohlbekannten Quittensamen werden in der Zeugdruckerei nur selten zum Reinigen und Appretieren von Stoffen benutzt. Medizinisch werden sie in ihrer asiatischen Heimat schon seit langen Zeiten verwendet, und auch die Chinesen kennen sie schon lange. Hippokrates scheint sie ebenfalls schon zur Herstellung eines kühlenden Mittels benutzt zu haben. Noch heute sind sie in Indien als Volksheilmittel sehr beliebt. In Europa soll der medizinische Gebrauch der Quittensamen erst durch die Araber bekannt geworden sein. Der Schleim wird meist äußerlich als Mucilaginosum und als kühlendes Heilmittel zu Augenwässern und bei Hautleiden angewendet. Gelegentlich findet er auch zu kosmetischen Zwecken Verwendung. In der Schweiz sind die Quittensamen noch heute offizinell, und auch in Frankreich und Österreich sind sie noch jetzt sehr beliebt. Quittenschleim (hergestellt aus 40 g Quittenkernen in 1 l Wasser) wird auch in der Mikroskopie zur Verlangsamung beweglicher Organismen wie Ciliaten, Rotatorien und Crustaceen benutzt.

13. Johannisbrot.

Stammpflanze: Der Johannisbrotbaum, *Ceratonia siliqua* L. (Fam.: Leguminosae—Caesalpinioideae), die Stammpflanze der Karoben (Bockshorn, Sood-

brot, Soodschote — off.: Fructus Ceratoniae, Siliqua dulcis, Ceratonia — frz.: caroube, carouge — engl.: locust-bean, carob-bean, carob-pod — ital.: carroba, carruba), ist ein Baum des Mittelmeergebietes, der wahrscheinlich in Syrien und Palästina, Bezüglich der Geschichte vgl. Flückiger (1891, S. 867) und Tschirch (1911, S. 146).

Ceratonia siliqua ist ein immergrüner, bis etwa 10 m hoher Baum mit breiter Krone und lederigen, glänzenden, paarig gefie-

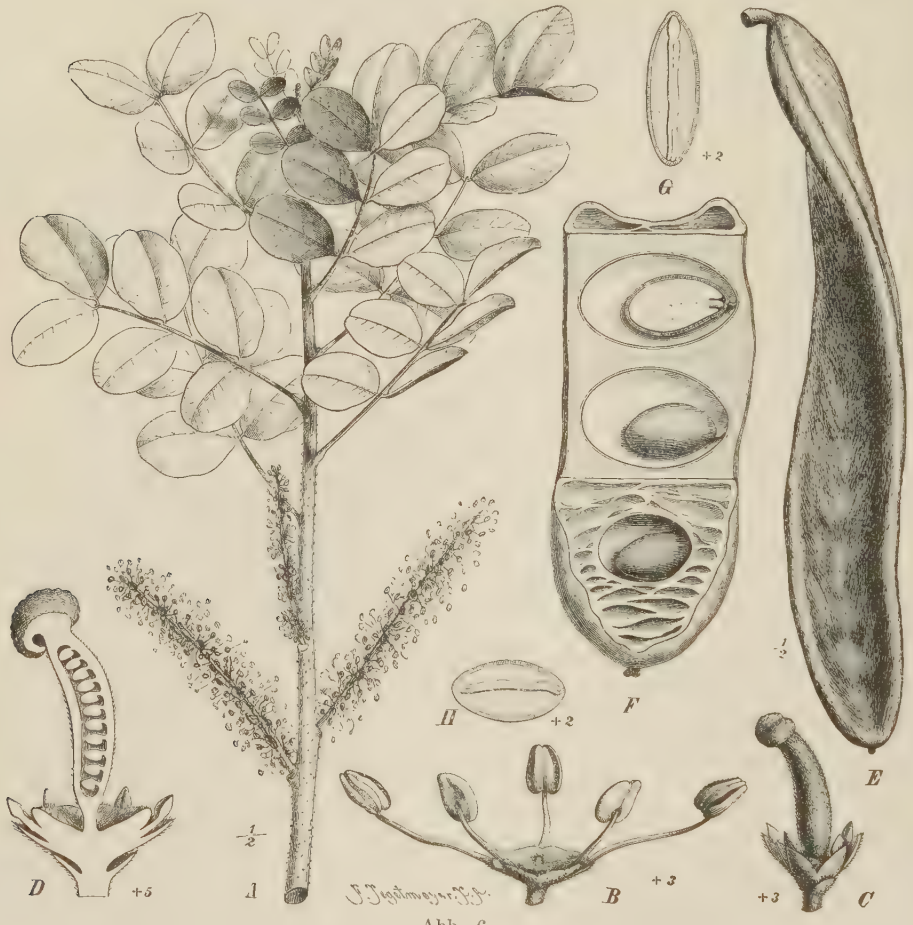


Abb. 6.
Ceratonia Siliqua L. — *A* blühender Zweig. *B* männliche Blüte. *C* zwitterige Blüte. *D* Längsschnitt durch diese. *E* Hülsenfrucht. *F* ein Stück davon im Längsschnitt. *G*, *H* Längsschnitt und Querschnitt durch den Samen.

nicht aber, wie verschiedentlich angenommen wurde, in Ägypten, Griechenland oder Arabien heimisch ist. Er wird seit alters her besonders in den östlichen Teilen des Mediterrangebietes — Kleinasien, Arabien, Nordafrika — kultiviert. Später kam er dann auch nach den übrigen Mittelmeerländern und ist jetzt auch in Südeuropa von Portugal bis zu den Balkanländern in zahlreichen Kulturrassen verbreitet, sowie vielfach verwildert. In Indien ist er ebenfalls (seit 1840) in Kultur. derten Blättern. Er wächst sehr langsam, erreicht aber ein bedeutendes Alter. Die polygamen, durch das Fehlen der Blumenkronblätter ausgezeichneten Blüten stehen in kurzen, gebüschelten Trauben. Die Früchte stellen Hülsen dar und hängen in großen Büscheln an den Zweigen.

Gewinnung: Als Produktionsländer der Karoben sind in erster Linie Cypern, Sizilien und Süditalien, an zweiter Stelle Kleinasien, Candia, Chios und Spanien zu nennen, wo der Johannisbrotbaum in

größerem Maßstab, zum Teil in waldähnlichen Pflanzungen angebaut wird. Durch starkes Zurückschneiden der Bäume wird ein reicher Fruchtertrag erzielt. Ein ausgewachsener Baum trägt oft 200 kg Früchte, allerdings kommen für die Ernte erst 20 Jahre alte Bäume in Betracht. Die Früchte läßt man an der Sonne nachreifen und trocknen.

Handel: Die Jahresproduktion wird auf über 10 000 000 kg Karoben veranschlagt, wovon etwa $^1/_3$ allein auf Cypern entfällt. Ausfuhrhäfen auf Cypern sind Kap Karrubieh, Limassol, Kerynia, Mazoto und Lefkara. Die besten Sorten kommen aus Sizilien über Avola und aus Apulien über Bari und Mola in den Handel. Triest ist wohl der Haupthandelsplatz. Nach Deutschland gelangen die Karoben über Hamburg.

Beschaffenheit: Die braunvioletten glänzenden Früchte werden bis 30 cm lang und bis 4 cm breit. Sie sind flachgedrückt, am Rande jedoch wulstartig verdickt und besonders in der Jugend mehr oder weniger hornartig gekrümmt (daher der Name »Bockshorn«). Im Innern enthalten sie ein zunächst weiches, später verhärtetes Fruchtfleisch (Mesokarp) und sind quergefächert. Die einzelnen Fächer, von denen bis zu 15 vorhanden sein können, sind mit einem zähen Endokarp ausgekleidet und enthalten je einen glänzend rotbraunen, abgeflachten und im Umriß breiteiförmigen Samen. Meist werden jedoch nicht alle Samen ausgebildet. Der kaum über 1 mm dicke, gelbe Keimling mit den ziemlich großen und deutlich netzaderigen Keimblättern liegt in einem weißlichgrauen, hornartigen Schleimendosperm eingebettet.

Anatomie: Da zur Schleimgewinnung nur die Samen oder vielmehr Teile davon benutzt werden, so möge hier auch nur auf den anatomischen Bau der Samen etwas näher eingegangen werden. Bezüglich der Anatomie der Fruchtwandung vergleiche man die Zusammenfassung bei Zörnig (1911, S. 226) und bei Tschirch (1911, S. 141).

Die äußerste, von einer derben Kutikula überzogene Zellschicht der Samenschale besteht aus Palisadenzellen, deren Wände bis auf einen schmalen Spalt verdickt sind. Darunter liegt eine Reihe spindelförmiger und sanduhrförmiger Trägerzellen, die ebenfalls bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind und zwischen denen sich große Interzellularen befinden. Dann folgt ein 12—18 Zellagen breites und aus tangential gestreckten, verdickten und mehr oder weniger kollabierten Elementen bestehendes Parenchymgewebe (Nährschicht) und an der Innenseite schließlich eine Reihe kleiner und dunkelgefärbter Zellen.

Die Zellen des mächtig entwickelten und weite Interzellularen aufweisenden Schleimendosperms nehmen von außen nach innen an Größe zu und haben sehr stark knotig verdickte Wände; ihr Lumen ist gestreckt oder sternförmig und enthält Eiweiß und fettes Öl, aber keine Stärke. Die Mittellamellen der Zellen sind schwer sichtbar und scheinen später zu verschleimen. Die sekundären, den Reservestoff darstellenden Verdickungsschichten sind als Schleimmembranen ausgebildet, die sich mit Jod oder Jodschwefelsäure nicht blau färben. Die tertiäre Lamelle besteht dagegen aus Zellulose.

Die Kotyledonen des Keimlings führen Aleuronkörner.

Chemie: Die Samen enthalten nach Reinsch (1843, S. 401) 44,8 % Schleim, 33.7 % Eiweiß, Gummi und Zellulose, 8 % Stärke, Gerbstoff und 2,1 % Zucker, 1,5 % fettes Öl. Eine neuere Analyse von Balland (1904, S. 569) ergab 62 % Schleim und Kohlehydrate, 15 % N-Substanz, 6,5 % Zellulose, etwa 2 % Fett, 10,7 % Wasser, 3 % Aschenbestandteile; Zucker fehlt.

Der Schleim ist rechtsdrehend und liefert bei der Hydrolyse 68% Glykose, 19% Lävulose und 12,13 % Galaktose. Vgl. auch Bourquelot et Hérissey (1899, 1900). Effront (1897) gibt für die Samen auch das Kohlenhydrat Carubin und dessen Enzym, die Carubinase an, welche bei der Keimung der Samen das Carubin in den Zucker Carubinose umwandelt.

Anwendung: Die von den Keimen befreiten Samen liefern durch Ausziehen in Wasser von 71—82° einen klebrigen Schleim, der z. B. das Tragasol des Handels bildet. Es ist als Appreturmittel sehr geeignet und findet als solches für Gewebe Verwendung. Cutiloid ist Tragasol mit Tannin und Eiweiß. Die

Gewinnung des Tragasols ist durch D.R.P. geschützt.

Die Verwendung der Früchte als Viehfutter, Hustenmittel, Kaffeesurrogat, sowie zur Gewinnung eines honigartigen Saftes (»Kaftanhonig«) sei hier nur erwähnt, da diese Verwendungsarten nicht auf dem Schleimgehalt der Samen beruhen.

14. Gymnocladus chinensis.

Gymnocladus chinensis Baillon, der sogenannte Seifenbaum (chinesisch: Yutsao-chio), ist ein prächtiger Baum der Leguminosae - Caesalpinioideae mit bis 60 cm lang werdenden gefiederten Blättern, mit kleinen, außen grauen und innen violetten Blüten und mit großen, etwas gekrümmten Hülsenfrüchten. Seine Heimat ist das mittlere China, wo er vor allem in der Gegend von Kiukiang häufiger angetroffen wird. Die Samen enthalten die Dialose, einen technisch verwendbaren Schleim, und quellen in Wasser stark auf. Nach anderen Angaben soll die Dialose auch von den Samen von *Dialium spec.* geliefert werden, ebenfalls einem Baum der Caesalpinioideae.

Die Samen (oder vielleicht auch die ganzen Hülsenfrüchte) von *Gymnocladus chinensis* enthalten Saponin. Nach den Angaben Wilsons werden sie daher in aufgequollenem Zustande unter dem Namen Fei-tsao-tou in China in den Handel gebracht und in Wäschereien vor allem zum Reinigen kostbarer Gewebe benutzt. Neben anderen Bestandteilen werden sie außerdem zu einer Seife — P'ing-she Fei-tsao — verarbeitet, die von den Chinesen zum Haarwarschen, als kosmetisches Mittel und als Haarsalbe verwandt wird.

Näheres vgl. Ebert (1907, S. 44) und Wilson (1913, S. 72).

15. Bockshornsamen.

Stammpflanze: Die Stammpflanze der offizinellen (D.A.VI) Bockshornsamen, Hornkleesamen, Kuhhornkleesamen oder auch griechischer Heusamen genannt (off.: Semen Foenugraeci, Semen Foeni graeci, Semen Trigonellae — frz.: semence de fenugrec, de trigonelle, de senegré — engl.: fenugreek, trigonel — ital.: trigonella, fieno-greco), ist die zu den Leguminosae-Papilionatae gehörende *Trigonella foenum graecum* L. (= *Foenum graecum officinale* Moench.). Ihre Heimat ist wahrscheinlich im südwestlichen Asien (Pandschab, Kaschmir, Mesopotamien, Persien und Kleinasien) zu suchen, doch läßt sich dies, da die Pflanze durch die uralte Kultur jetzt über dieses Gebiet hinaus weit verbreitet ist, wohl kaum mehr mit Sicherheit feststellen. Tschirch (1911, S. 344) ist der Meinung, daß Indien als die ursprüngliche Heimat angesehen werden müßte. Der Bockshornklee ist heutzutage fast im ganzen Mittelmeergebiet von der Iberischen Halbinsel durch Südeuropa und Nordafrika (Marokko, Ägypten) bis nach Kleinasien und der Ukraine und ferner bis Vorderindien und Abessinien eingebürgert und wird auch in Mitteleuropa gelegentlich in Kultur oder verwildert angetroffen. Über den Anbau des Bockshornklees in Indien vgl. man Engelbrecht (1914, S. 49).

Trigonella foenum graecum ist ein einjähriges, 20—60 cm hohes Kraut mit kahlen, dreizähligen Fiederblättern und ziemlich großen und häutigen Nebenblättern. Die gelblichweißen, fast ungestielten Schmetterlingsblüten sitzen einzeln oder paarig in den Blattachseln. Die am Ende in einen langen Schnabel auslaufenden Hülsenfrüchte werden bis 13 cm lang und sind meistens von der Basis an sichelförmig oder hornförmig — daher der Name Bockshornklee — gebogen; sie enthalten je 10—20 Samen. Die ganze Pflanze besitzt einen sehr starken und eigenartig aromatischen Geruch.

Gewinnung: Der Bockshornklee ist in Ägypten und Vorderindien seit uralten Zeiten in Kultur. Heute wird die Pflanze vor allem in Kleinasien, Ägypten, Vorderindien, Nordafrika bis Marokko, sowie in Abessinien, Südfrankreich, Italien und China kultiviert. In Mitteleuropa wird sie jetzt noch in Deutschland an einigen Stellen (Thüringen, Vogtland, im Odertal), sowie vereinzelt in Mähren und Niederösterreich gebaut, während ihre Kultur in der Schweiz, ebenso wie in Griechenland fast ganz erloschen ist. Nähere Angaben hierüber vgl. Gams (in Hegi 1924, Bd. IV, 3, S. 1232).

Der Ausfuhrhafen für Marokko ist Mazagan und an zweiter Stelle Mogador, für Indien Bombay. Der Haupteinfuhrhafen für die aus Indien kommenden Samen ist Hamburg.

Die feldmäßig angebauten Pflanzen werden im Herbst geschnitten, und aus den trockenen Früchten werden dann die Samen ausgedroschen.

Morphologie: Die sehr harten, hellbraunen bis hellgelblichen Samen haben eine unregelmäßig abgerundete oder meist flach rautenförmige Gestalt und sind 3,5 bis 5 mm lang und 2—3 mm dick. Ihre Oberfläche ist feinnarbig punktiert, seltener glatt. Die Samen werden auf der einen Seite durch die Raphe, auf der anderen durch eine Furche, die von dem kleinen Nabel ausgeht und fast diagonal verläuft, in zwei ungleich große Abschnitte geteilt. In dem kleineren befindet sich das Würzelchen, in dem größeren sind die beiden halbstielrunden Keimblätter des in ein nur dünnes Nährgewebe (Schleimendosperm) eingehüllten Keimlings enthalten.

Werden die Samen etwas länger in Wasser belassen, so nehmen sie bedeutend an Größe zu und zwar dadurch, daß das unter der Samenschale liegende Schleimendosperm stark aufquillt. Schließlich wird die dünne aber zähe Samenschale gesprengt, so daß sich der Keimling nun leicht herauslösen läßt.

Anatomische Verhältnisse: Die sehr charakteristisch gebaute Samenschale besteht aus der Epidermis, einer sogenannten Trägerzellenschicht und einem Parenchymgewebe. — Die langgestreckten und derbwandigen Epidermiszellen, deren Lumen sich nach außen zu flaschenförmig verjüngt, sind palisadenartig angeordnet (Palisadenzellen, Palisadensklereiden) und besitzen an den Seitenwänden in ihrer oberen Hälfte eine durch besonderes Lichtbrechungsvermögen sich auszeichnende Lichtlinie, von Tschirch (1911, S. 340) wohl besser als Lichtzone bezeichnet. Nur einzelne kleine Zellgruppen reichen direkt an die Kutikula heran, die anderen Zellen dagegen haben noch eine besondere, dicke Außenwand (Kutikularschicht), die bei Wasserzutritt verquillt. Die niedrigen, säulenförmigen Elemente der Trägerzellenschicht (sog. Säulenzellen oder Trägerzellen) schließen nur an ihrer Basis lückenlos zusammen; nach außen zu dagegen lassen sie zwischen sich große Interzellularen frei. Ihre Seitenwände sind durch längsverlaufende Verdickungsleisten ausgesteift. Das zu innerst liegende Parenchymgewebe, die Nährschicht der Samenschale, besteht aus 2—4 Schichten kleiner, dünnwandiger, zum Teil kollabierter Zellen, die nur im unreifen Samen kleine, transitorische Stärke enthalten.

Die äußerste Zellage des Nährgewebes ist als kleinzellige und derbwandige Aleuronschicht (= Kleberschicht) ausgebildet, die reichlich fettes Öl und Aleuronkörner führt. Das übrige Gewebe wird aus bedeutend größeren Schleimzellen mit zarter Zellulose-Mittellamelle und sehr dicken, getüpfelten und geschichteten Schleimmembranen gebildet. Diese sekundären Schleimmembranen werden durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt.

Der verhältnismäßig große Embryo, dessen Keimblätter in 3—4 Palisadenschichten und etwa 8 Schwammparenchymschichten differenziert sind, enthält fettes Öl, Aleuronkörner, die zum Teil ein Kristalloid besitzen, und geringe Mengen kleinkörniger Stärke.

Das hellrötlichgelbe, meist ziemlich grobe Pulver besteht in der Hauptsache aus den dünnwandigen, mehr oder weniger stark zertrümmerten Elementen des Keimlings und ferner aus den in Wasser stark aufquellenden und daher besonders im Tusche-Präparat gut erkennbaren Bruchstücken des Schleimendosperms. Charakteristisch für das Pulver sind die ebenfalls meist mehr oder weniger zertrümmerten und an den oben angegebenen Merkmalen leicht kenntlichen Palisadenzellen und Trägerzellen der Samenschale. Stärke ist nur in geringer Menge vorhanden.

Näheres über die Anatomie vgl. vor allem bei Tschirch (1911, S. 340), Tschirch-Oesterle (1900, S. 323, Taf. 75), Koch (S. 117), A. Meyer (1881, Bd. I, S. 137) und De Lanessan (1877).

Inhaltsstoffe: Die Samen enthalten nach Flückiger (1891, S. 992) 28% Schleim, besonders Mannogalaktan, das bei der Hydrolyse in über 50 % Mannose und in Galaktose gespalten wird (Bourquelot et Hérissey 1900). Ferner sind in ihnen die Alkaloide Cholin (0,05%), Trimethyloxydäthylammoniumhydroxyd und Trigonellin (0,13 %), das Methylbetain der Nikotinsäure nach-

gewiesen worden; außerdem 6% fettes Öl (Lecithin und ein Phytosterin enthaltend), 0,014 % ätherisches Öl, 22 % Eiweiß, 10,4 % Wasser, 2,67 oder 3,7 % Aschenbestandteile. Daneben findet sich ein Gerbstoff (in der Samenschale), ein Bitterstoff, sowie ein gelber Farbstoff. Vgl. auch Wehmer (1911, S. 344) und Tschirch (1911, S. 342).

Abb. 7.
Trigonella foenum graecum L. — *A* Zweig mit Blüten und Hülsen. *B* einzelne Blüte. *C* Same im Längsschnitt.

Prüfung und Verfälschung: Das Pulver darf, wie aus obigem hervorgeht, nur geringe Menge kleinkörniger Stärke (aus den Zellen des Embryo) enthalten, so daß öfters sich findende Beimengungen von stärkehaltigen Samen, wie von Erbsenmehl oder anderen Stärkesorten, durch die Jodprobe leicht nachgewiesen werden können. Ebenso sind grünliche Beimengungen, die Bastfasern enthalten und meist auf ein Vermahlen der ganzen Hülsen schließen lassen, durch die mikroskopische Untersuchung leicht feststellbar. An Aschengehalt ist nach der Pharmacopoea Austriaca 3 %, nach der Pharmacopoea Helvetica 5 %, im Höchstfalle vielleicht auch noch 7 % zulässig. (Nachweis fremder mineralischer Bestandteile!) Der Geschmack des Pulvers ist zusammenziehend bitter.

Anwendung: Im alten Ägypten standen die Samen des Bockshornklees in hohem Ansehen und ebenso bei den alten Indern, den Arabern, den Griechen und Römern; auch im Mittelalter wurden sie vielfach als Arzneimittel und Gemüse benutzt. In Deutschland wurden sie ungefähr um das Jahr 800 (Capitulare Karls des Großen) eingeführt.

Die Verwendung der Samen beruht in erster Linie auf ihrem Schleimgehalt. Heute wird das aus ihnen gewonnene, grobe Pulver vor allem in der Tierheilkunde, so besonders gegen die Rotzkrankheit der Pferde, sowie als Hauptbestandteil verschiedener Freß- und anderer Pulver gebraucht. In der Medizin wird ein aus den Samen hergestelter Brei auch jetzt noch äußerlich zu Umschlägen bei offenen Wunden, als Erweichungsmittel bei Geschwüren und zu anderen Zwecken benutzt, während die Droge früher auch innerlich als Carminativum, Aphrodisiacum (in Indien) und Mittel gegen Brust- und Milzleiden galt. Ferner findet sie sich (vgl. Realenzyklopädie Bd. IV, S. 661) unter den Bestandteilen des als Kühlpflaster bekannten Emplastrum frigidum (= Empl. Faenugraeci compos.). Technisch finden die Samen in der Tuchfabrikation zur Versteifung von Leinwand, sowie zur Herstellung von Farbbrühen Verwendung.

Als Nahrungsmittel sind die Samen auch jetzt noch im gerösteten Zustande namentlich in Indien und Ägypten im Gebrauch. Ferner sollen sie mit Milch zubereitet im Orient von den Frauen zur Erzielung der dort beliebten Wohlbeleibtheit gegessen werden.

Die ganze Pflanze dient außerdem ihres Geruches wegen neben *Trigonella coerulea* (L.) Ser. als Aromaticum des »Kräuterkäses«.

Anmerkung: In gleicher Weise wurden früher sowohl bei den alten Griechen (Dioskurides) als auch bei den Arabern (auch noch jetzt?) die Samen der im Mittelmeergebiet heimischen *Trigonella corniculata* L. (= *T. elatior* Sibth. u. Sm.)

verwandt, vgl. Tschirch (1911, S. 344). Bezüglich der Merkmale und genauen Verbreitungsangaben dieser Pflanze vergleiche man Ascherson und Graebner (1907, Bd. 6 B, S. 382).

16. Tragant.

Das fast allgemein im Gebrauch stehende Wort Tragant und die davon abgeleiteten Namen für diese Schleimdroge stammen von dem schon bei Theophrast stehenden Worte *ἡ τραγάχανθα*. Nach dieser Ableitung sollte man eigentlich die Tragant sagen und das Wort am Ende mit »th« schreiben. Es ist aber allgemein die männliche Form in der Schreibweise der Tragant im Gebrauch. Im D. A. VI. ist dagegen wieder die Schreibweise mit „th" gewählt worden. Tschirch (1911, S. 387) schreibt das Traganth, gewissermaßen als Abkürzung für Tragantgummi und in Anlehnung an die griechische Schreibweise mit einem *ϑ*.

Der Tragant bildet nach Tschirch (1911, S. 386) den Übergang zwischen den typischen Schleimdrogen und dem Gummi arabicum, eine Auffassung, die wohl zweifellos das Richtige trifft. Da der Tragantschleim aber im Gegensatz zu den Gummis nicht infolge pathologischer Ursachen gebildet wird, sondern seiner Entstehung nach einen Membranschleim darstellt, und da er ferner auch in seiner Verwendung den Pflanzenschleimen näher steht als den Gummis, so möge er hier als Schleimdroge aufgefaßt werden und nicht, wie Tschirch es tut, als Gummo-Membranindroge (= Gummidroge).

Stammpflanzen: Als Lieferanten des officinellen (D. A. VI) Tragants (Tragantgummi, Gummi Tragacantha; — off.: Tragacantha; — engl.: tragacanth; — französ.: gomme adragante) kommen eine größere Anzahl *Astragalus*-Arten (Familie: Leguminosae — Papilionatae) aus der Sektion *Tragacantha* in Betracht, welche in den Gebirgen und auf den Hochflächen Griechenlands und Vorderasiens heimisch sind. Es sind niedrige, sparrige, reich verästelte und dornige Sträucher mit weiß behaarten Zweigen. Die Blätter sind klein, gefiedert und fallen bald ab, ihre zugespitzten Spindeln bleiben dagegen stehen und verholzen und wandeln sich so zu Dornen um.

Die wichtigste Stammpflanze des kleinasiatischen Tragants ist wohl *A. gummifer* Labill., der vom Libanon an durch die zentralen Gebirge Kleinasiens um Kaisarije bis nach Armenien sowie im Ala-dagh und dem nördlichen Gebiet des Euphrat und Tigris verbreitet ist. Ferner ist nach Haussknecht (1879) und Planchon (1892) zu nennen: *A. microcephalus* Willd. in demselben Gebiet und in den südwestlichen Teilen Kleinasiens vorkommend; *A. kurdicus* Boiss. aus der Gegend von Aintab, zwischen Marasch und Aleppo, und im südöstlichen und zentralen Kleinasien und Kurdistan; *A. stromatodes* Bunge im Taurus und zwischen Marasch und Aleppo; seit langem ist auch die im nordwestlichen Persien und Kleinasien vorkommende Art *Astragalus verus* Oliv. als Tragantpflanze bekannt.

Der persische Tragant wird vor allem von dem von Haussknecht entdeckten *A. pycnocladus* Boiss. et Haussk. in den Gebirgen des westlichen Persien gewonnen. Ebenfalls reichlich Tragant liefert *A. adscendens* Boiss. et Haussk. in den südwestlichen Gebirgsgegenden Persiens in Höhen bis 3000 m. Zweifellos liefern aber noch Arten die besonders in neuerer Zeit industriell stark begehrte Ware, so nach Aitchison (1866, S. 467) *A. heratensis* Bunge und eine dem *A. strobiliferus* Royle nahestehende Art im Herirudtale und in den Gebirgen Chorassans. Das von dem *A. heratensis* gewonnene Produkt wird von den Eingeborenen kahira oder gabina genannt und ist von gelber Farbe und unregelmäßigem Korn. Nach Haussknecht (1879) wird der Tragant ferner von folgenden Astragalus-Arten abgenommen: *A. leioclados* Boiss. im mittleren und westlichen Persien bei Isfahan und Hamadan; *A. brachycalyx* Fischer im persischen Teile Kurdistans, besonders in Luristan in 1300 bis 2600 m Höhe; *A. eriostylus* Boiss. et Haussk. in Südwestpersien.

Der griechische sogenannte Morea-Tragant stammt nicht, wie lange angegeben wurde, von *A. creticus*, sondern von *A. cyllenaeus* Boiss. et Heldr. (= *A. Parnassi* Boiss. var *cyllenaeus*), welcher nach Heldreich (1862, S. 71) bei Vostitsa und Patras, ferner im nördlichen

Peloponnes, besonders auf dem Voïdias (dem Panachaikon der Alten), auf dem Taygetos und Pteri vorkommt.

Gewinnung: Im allgemeinen gesagt sind die Hauptproduktionsgebiete des Tragantes die Gebirge von Kleinasien, Syrien, Kurdistan, Armenien und Persien. Der anatolische (kleinasiatische) Tragant wird jetzt vor allem bei Kaisarije und Everek, weniger um Nigde, Angora, Josgad, Ersingan, Sivas, Karaman und Guran gesammelt, während in früheren Zeiten auch Yalavatz (Jabolatsch) und Burdur (Buldur im Elajet Konia) wichtige Erzeugungsgebiete waren. — Der persische Tragant kommt in mehreren Sorten besonders aus dem Westen des Landes und zwar aus dem Gebiete zwischen Hamadan und Isfahan und dem Nordende des persischen Golfes und nach Stolze und Andreas (1885) aus den Bergen des persischen Kurdistan, Kharähan und Taläkan, aus den Gebirgen zwischen Kaschan und Isfahan und den Höhen um Abadeh. Das Sammelprodukt wird nach Bagdad und den Häfen des Persischen Golfs gebracht und geht von dort in der Hauptsache nach London, wo es erst sortiert wird. — Beträchtliche Mengen von Tragant werden nach Schindler (1881) in Südpersien um Feridun, zwischen Chan-i-Surch und Deh-i-Dawai, und nach Stolze und Andreas (1885) im Gebiete von Kerman gewonnen und nach dem Stapelplatze Pariz (Pariz etwa 30° nördl. Br.) gebracht. In Nordpersien wird die Ware in Chorassan und dem Herirudtale gesammelt.

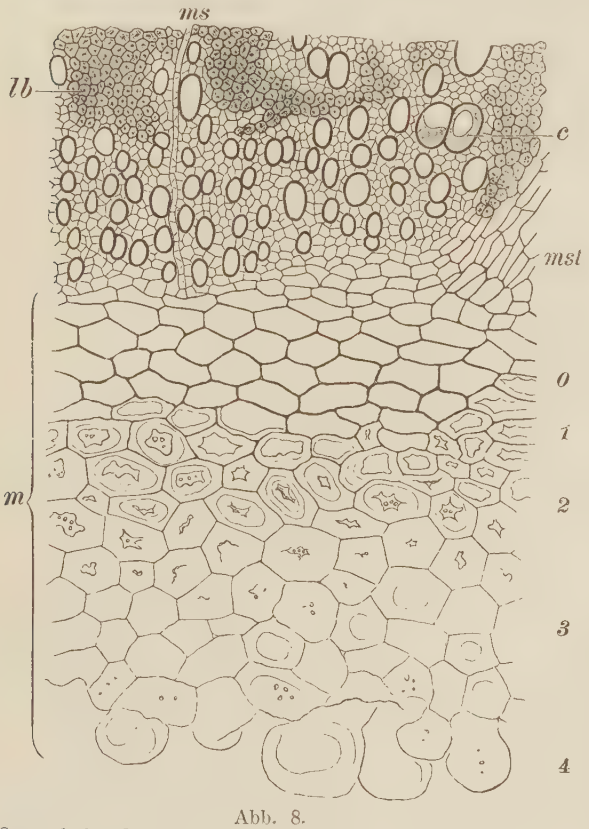


Abb. 8.
Querschnitt durch das Mark und den inneren Teil des Holzkörpers von *Astragalus gummifer*, im Mark (*m*): *0, 1, 2, 3, 4* die sukzessiven Stadien der Verschleimung zeigend. *mst* Hauptmarkstrahl. *ms* Markstrahl. *lb* Libriform. *c* Gefäße mit Gummistopfen. (Nach Tschirch.)

Früher lieferte auch Griechenland, insbesondere das nördliche Morea, Tragant, welcher von *Astragalus cyllenaeus* stammte. Seit 1910 wurde aber weder aus Griechenland noch aus Kreta Tragant ausgeführt, so daß dieser Tragant aus dem europäischen Handel verschwunden zu sein scheint (Tschirch 1911, S. 393).

Der Tragant fließt freiwillig aus den Stämmen aus, reichlich nach Verletzungen, welche vielfach durch Weidevieh hervorgerufen werden. In manchen Gegenden bereitet man eine reichlichere Ernte des Tragants vor, indem man Einschnitte in die Stämmchen macht. Es geschieht dies nach Maltass (1855) beonders in Kleinasien (vgl. auch Hanbury und Flückiger 1874). Die Form der Wunde ist maßgebend für die Gestalt der Tragantstücke, welche von den Stämmen durch Abbrechen gewonnen werden. Aus engen, langgestreckten Wunden (Schnittwunden) tritt der Blättertragant, aus punktförmigen Verletzungen (Stichwunden) der Fadentragant hervor. Aus unregelmäßigen weiten Rindenverletzungen quillt der runde oder knollenförmige Massen bildende, gewöhnlich gefärbte und deshalb weniger geschätzte gemeine Tra-

gant hervor. Auf die Steigerung des Tragantertrags durch Einschnitte in den Stamm der Sträucher hat schon Hamilton (1842, S. 540) aufmerksam gemacht. Er berichtet, daß man im Juli in den unteren Stammteilen, nachdem man diese von Erde befreit hat, Längsschnitte macht, worauf dann der Tragant reichlich austritt. Tschirch (1911, S. 391) berichtet, daß eine Sorte von persischem Tragant in der Art gewonnen wird, daß man die Gipfel der Sträucher anbrennt und hierauf Einschnitte am Stamm anbringt, aus welchen nach einiger Zeit der Tragant reichlich ausfließt.

Der Tragant tritt aus den Stämmen und Ästen als eine schleimige Masse hervor, die in ein paar Tagen vollständig erhärtet ist und dann eingesammelt wird. Die Qualität der Ware ist nicht nur von der Stammpflanze, sondern auch von der Witterung abhängig, welche während der Zeit der Eintrocknung geherrscht hat. Bei trocknem, windstillem Wetter fällt die Ware am schönsten aus und ist in 3 bis 4 Tagen reif zur Ernte geworden. Es wird angegeben, daß auch die Farbe des Tragants von der Witterung, bei der die Ausscheidung und Reife der Ware erfolgte, abhängig ist, und zwar soll er bei trocknem und sonnigem Wetter weiß, bei feuchtem, nebligem Wetter gelb bis braun werden.

Das Sammelprodukt muß einer Sortierung unterworfen werden. Am rationellsten und im großartigsten Maßstabe erfolgt diese in Smyrna, wo der größte Teil der guten kleinasiatischen Ware sortiert wird (v. Scherzer 1874).

Handel: Die Haupthandelsplätze für den anatolischen Tragant sind Konstantinopel und Smyrna. Im Jahre 1891 gelangten etwa 233 000 kg auf den ersteren, 117 000 kg auf den letzteren dieser Plätze (Gehe, Handelsberichte, September 1891, S. 23). Auch jetzt gehen nach Konstantinopel etwa zwei Drittel der Ware, nach Smyrna dagegen nur ein Drittel. Weitere Exportplätze sind Mersina und Samsoun. Die Traganternte Anatoliens betrug in den Jahren 1904, 1905 und 1906 bis etwa 520 000 kg (Tropenpflanzer X [1906], S. 746), im Jahre 1908 nur etwa 475 000 kg, und ging im Jahre 1909 sogar auf schätzungsweise 300 000 bis 400 000 kg zurück. Der Rückgang der Traganternte hatte eine besondere Wirkung auf Preis und Produktion. So sank nach Gehes Handelsbericht vom Jahre 1911 der Preis in den türkischen Gebieten so stark, daß in den wichtigsten Produktionsorten (Nigde, Kaisarije, Everek) das Einsammeln der Ware sehr zurückblieb, viele Tragantsträucher unberührt blieben, da die Tragantsammler

Abb. 9.
Längsschnitt durch einen Blättertragant von Smyrna. *s* einfache, *s'* zusammengesetzte Stärkekörner. *z z* Zellwandreste. Vergr. 350mal. (Nach Tschirch.)

lohnenderen Gewinn im Getreidebau, in der Opiumbereitung usw. fanden. Der Rückgang der Traganternte mußte aber wieder zu einer Preissteigung dieser gesuchten Ware führen. Nach Gehes Handelsbericht vom Jahre 1912 ist die vermutete Preissteigerung des Tragants tatsächlich eingetreten, ging aber nach Nachrichten über günstige Erntenachrichten über das Jahr 1911 wieder zurück. Die Ware unterliegt somit selbst bei gleicher Qualität großen Preisschwankungen (vgl. auch Tropenpflanzer XIV [1910], S. 210).

Der persische Tragant wird teils über Bagdad nach den Häfen des Persischen Golfes, teils nach Ostindien gebracht und geht von dort in der Hauptsache nach London, wo er erst sortiert wird. Ein Teil gelangt auch über Täbris und Rescht nach Rußland.

Als Einfuhrhäfen kommen New York, London, Marseille und Hamburg in Betracht.

Morphologie: Die Gestalt der natürlichen Tragantstücke wurde schon erörtert; je nach der Form der Rindenöffnungen ist sie blätter-, fadenförmig oder klumpig. Es ist hier nur noch zu bemerken, daß die faden- oder auch wurmförmigen Stücke (»Tragacantha vermicularis«) häufig schraubenförmig gewunden und, wenn sehr dünn, sogar gekräuselt sind. Bei geringeren Tragantsorten (syrischer) kommt es nicht selten vor, daß die zumeist gelblichen bis bräunlichen natürlichen Stücke traubenförmige oder sogar (wie bei Acajougummi) stalaktitische Massen bilden.

Abb. 10.
Blättertragant. *A, B* Flächenansichten. *A', B'* Seitenansichten. Natürliche Größe. *C* Flächenansicht bei zweimaliger Vergrößerung, um die auf die Zonenrichtung ungefähr senkrecht verlaufende Streifung zu veranschaulichen.

Die Größe der natürlichen Stücke ist sehr verschieden, und nur durch Sortierung wird die Ware gleichartiger. Die Stücke des Blätter- und Fadentragants sind meist nur bis 3 cm lang. Doch werden in der Ware manchmal Stücke gefunden, die eine Länge von 5—6 cm erreichen.

Die Oberfläche der blättrigen Tragante ist parallelstreifig, seltener die der fadenförmigen Stücke. Die klumpenförmigen Körner haben für das freie Auge eine glatte Begrenzungsfläche. Mit der Lupe betrachtet erscheint ihre Oberfläche entweder rissig, punktiert oder streifig.

Lufttrockner Tragant stimmt nach den neuesten Prüfungen in der Härte mit den arabinreichen Gummiarten, desgleichen mit dem Kirschgummi überein. Von beiden unterscheidet er sich durch seine zähe, hornartige Beschaffenheit. Während die arabinreichen und zeresinreichen Gummiarten (arabisches Gummi, Kirschgummi usw.) sich nur schwer schneiden, hingegen leicht pulvern lassen, ist der Tragant leicht schneidbar, aber seiner Zähigkeit halber fast gar nicht pulverisierbar.

Die Farbe des Tragants liegt zwischen weiß und braunrötlich bis braunschwarz. Die lichten Sorten sind stets etwas gelblich, die dunklen bräunlich, häufig auch etwas rötlich gefärbt. Manche *Astragalus*-Arten liefern vorwiegend lichte, andere vorwiegend dunkle Sorten. Aber so wie die Tragantkörner einer und derselben Pflanze in der Form verschieden sind, so sind sie es auch in der Farbe. Die käuflichen Farben- und Formvarietäten des Tragants sind nur durch Sortierung entstanden. — Die rein weißen Tragantsorten sind durchaus nicht die besten. Sie sind weniger dicht als die blaßgelblichen und viel leichter schneidbar als diese. Die mikroskopische Beobachtung lehrt, daß ihre Substanz durchaus nicht weniger als die der blaßgelblichen gefärbt ist, und daß ihre weiße Massenfarbe nur durch reichliches Vorhandensein von lufterfüllten Räumen hervorgerufen wird. — Der Tragant ist nur wenig durchscheinend und matt im Aussehen, fast glanzlos; nur manche geringe Sorten (syrischer Tragant) haben häufig deutlichen Glanz. — Alle Sorten von Tragant sind geruchlos. — Die besseren, lichtgefärbten Sorten haben einen faden, schleimigen Geschmack. Die dunkel gefärbten Sorten lassen einen unangenehmen bitteren, hin und wieder auch säuerlichen Beigeschmack erkennen. Der Bitterstoff läßt sich, gleich dem manchmal in kleiner Menge vorhandenen Zucker, durch heißen Alkohol ausziehen. Die Exsudate mancher *Astragalus*-Arten sind sehr reich an Zucker. So hat Haußknecht auf eine *Astragalus*-Art (*A. chartostegius* Boiss. et Haussk.) aufmerksam gemacht, deren süße Auschwitzungen (»Gezengebin«) ein bei den Persern beliebtes Genußmittel bilden, aber nicht in den europäischen Handel kommen. — In Wasser löst sich nur ein

Teil des Gummi auf. Der Rückstand, aus Bassorin bestehend, quillt darin alsbald zu einer Gallerte auf.

Anatomie: In welchen Organen der *Astragalus*-Sträucher und in welchen Geweben der Tragant entsteht, ist seit langem bekannt. Flückiger (1891, S. 19) hat eine Stelle in Tournefort (Relation d'un voyage du Levant I [1718], S. 21) aufgefunden, aus der hervorgeht, daß dieser Botaniker bei seinen Studien über das Auftreten des Tragants am Ida auf Kreta den Sitz der Bildung dieses Stoffes in *Astragalus creticus* bereits richtig erkannt und bildlich dargestellt hat.

Lange hielt man den Tragant für eine strukturlose Masse. Kützing (1851, S. 203) war der erste, der Strukturverhältnisse am Tragant auffand, die er aber irrig, nämlich als Zellen eines Pilzes, deutete. H. v. Mohl (1857, S. 33) hat Kützings Beobachtung, daß der Tragant einen gewebeartigen Bau habe, bestätigt, aber zudem den wichtigen Nachweis geliefert, daß der Tragant durch chemische Metamorphose aus den Zellwänden des Markes und der Markstrahlen der Stammpflanzen entsteht (s. a. Lutz 1910, S. 1184). Da die anatomischen Verhältnisse des Mark- und Markstrahlengewebes der verschiedenen *Astragalus* - Arten voneinander verschieden und in den Tragantsorten die Strukturverhältnisse der Stammpflanzen mehr oder weniger deutlich wiederzufinden sind, so ist es begreiflich, daß man Tragantsorten, die von verschiedenen *Astragalus* - Arten abstammen, auf mikroskopischem Wege auseinander zu halten versuchte, was Wigand (1861, S. 115) zuerst unternommen hat. Allein bei der großen Anzahl von *Astragalus*-Arten, die nach neueren Untersuchungen den Tragant des Handels liefern, ist es leicht einzusehen, daß Wigands Plan praktisch nicht ausführbar ist. Allerdings läßt sich, wie aus der Abbildung 11 zu ersehen ist, syrischer Tragant von Kuteragummi mikroskopisch unterscheiden, aber dazu reichen auch schon die makroskopischen Kennzeichen aus. Nur wenn die Bruchstücke sehr klein sind, so daß die zuletzt genannten Kennzeichen nicht mehr anwendbar sind, kann die mikroskopische Untersuchung herangezogen werden, die aber kaum weiter als bis zu einer Unterscheidung der feinen Tragantsorten vom Kuteragummi oder zur Auffindung fremder Beimischungen reicht.

Die Strukturverhältnisse des Tragants treten am besten hervor, wenn man die für die mikroskopische Beobachtung angefertigten Schnitte nur wenig an-

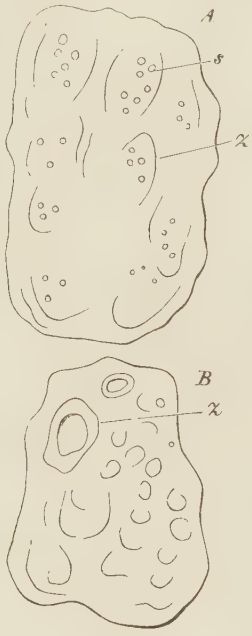


Abb. 11.
A Syrischer Tragant. *B* Kuteragummi. *s* Stärkekörner. *z z* Zellmembranreste. Vergr. 200mal. (Nach Wigand.)

quellen läßt und dann die weitere Quellung unterbricht, z. B. durch Einlegen in hochprozentige Zuckerlösung. Alle bis jetzt untersuchten Tragante zeigten einen zelligen Bau. Die Wand jeder Zelle läßt mehr oder weniger deutlich Schichtung erkennen. Im Innern der Zellen treten fast immer Stärkekörner auf, vereinzelt oder gruppenweise, oft innerhalb der Zellwände ganze Klumpen bildend. Die Stärkekörner der Tragantsorten sind teils einfach, teils zusammengesetzt. Der Durchmesser der einfachen schwankt zwischen 4 und 15 μ, reicht jedoch meist nur bis 12 μ. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus 2, seltener aus 3—4 und noch mehr Teilkörnchen, die in den Dimensionen mit den einfachen Körnern übereinstimmen. Die sehr häufig vorkommenden Zwillingskörner sind nach dem bekannten Typus

der Tapioca-Stärkekörner gebaut. In den besten Tragantsorten verschwimmt die organische Struktur. Die Zellhäute sind schon ohne Zusatz von Wasser fast bis zur Unkenntlichkeit gequollen. Länger erhält sich die Struktur der Stärkekörner.

Im polarisierten Licht betrachtet, erscheinen viele Partien des Tragants in schönen, prismatischen Farben, besonders die peripheren Teile der Körner. Dieses Polarisationsphänomen wird nicht, wie man vermuten könnte, durch die geschichteten Zellmembranen, sondern vielmehr durch die den Tragant zusammensetzenden Gummibestandteile selbst hervorgerufen (über Doppelbrechung des Tragants s. oben).

Chemie: Der Tragant besteht aus wechselnden Mengen von Bassorin (Tragantin) und einer in Wasser löslichen Gummiart, ferner aus Zellulose, Stärke, Wasser und Mineralbestandteilen. Manchmal führt er etwas Zucker; so fand Ludwig (1855, S. 43) im Fadentragant Krümelzucker. Spuren von organischen Säuren und Farbstoffen sind in den geringen Sorten nachgewiesen worden. — Das Bassorin wird gewöhnlich für quellbar in Wasser, aber für unlöslich darin angesehen. Nach Flückigers (1867, S. 12) Untersuchungen soll es sich in großen MengenWassers völlig auflösen. Nach neueren Angaben desselben Autors (1891, S. 22) gibt Tragant mit dem zweihundertfachen Gewicht Wasser häufig geschüttelt erst nach Wochen einen trüben, gleichmäßigen Schleim, der sich nur langsam klärt. Wenn reinster Tragant tagelang mit dem tausendfachen Gewicht Wasser geschüttelt wird, so gibt er eine klare, nur langsam filtrierbare Flüssigkeit, während Zellreste und Stärke ungelöst zurückbleiben. Auffallend viel rascher geht die Auflösung vor sich, wenn man sich einer Ammoniakflüssigkeit von 0,960 spez. Gewicht bedient. Gutbier u. a. (1916) haben neun verschiedene Verfahren ausgearbeitet, um die Löslichkeit des Tragants zu erhöhen. Wegen der Einzelheiten sei auf die Originalabhandlung verwiesen. Tragantschleim zeigt in kolloidchemischer Beziehung keine Abweichungen von den gewöhnlichen anderen Pflanzenschleimen. Doch ist es schwierig, einen klaren Schleim zu bekommen.

Tragantschleim enthält Stoffe, die auf Metallsalzlösungen reduzierend wirken. Es ist gelungen, festes, durch Tragantschleim geschütztes kolloides Silber in Präparaten mit 79,24% Silbergehalt darzustellen (Wühlrich und Gutbier, 1923).

Die im Tragant vorkommende, in Wasser lösliche Gummiart kann trotz ihrer großen Übereinstimmung mit dem Arabin doch mit diesem Körper nicht identifiziert werden, da sie durch Bleizuckerlösung gefällt wird, eine Reaktion, welche dem Arabin nicht zukommt (Frank [1865, S. 902] und Flückiger [1867, S. 12]). Später gab Flückiger (1891, S. 22) an, daß in der Kälte durch Bleizuckerlösung nicht eigentlich eine Fällung erfolgt, sondern daß das Gummi sich als klare Gallerte abscheidet, die sich in der Wärme trübt und sich erst später in einen Niederschlag verwandelt. Außerdem wird Arabin nach Flückiger (1867, S. 12) durch Borax-, Eisenchlorid- und Wasserglaslösungen gefällt, während das lösliche Gummi des Tragants diese Reaktionen ebenfalls nicht zeigt. — In alkalischer Lösung nimmt der Tragant eine zitronengelbe Färbung an. Das Bassorin klebt nicht, bindet aber stark nach erfolgter Eintrocknung. Die Mengen des leicht löslichen Gummi und des Bassorins sind in verschiedenen Tragantsorten verschieden. Vom ersteren Körper kommen im Tragant häufig mehr als 50% vor. — Die Menge der Zellulose scheint in den gut schneidbaren Varietäten des Tragants nicht ganz unbedeutend zu sein. Manche Tragantsorten sind sehr reich an Stärke, so daß sie mit Jodlösung behandelt eine intensiv blaue Farbe annehmen. Da mit dem Fortschreiten der chemischen Metamorphose die Zellulose- und Stärkemenge abnimmt, so ist es begreiflich, daß gerade die geringen, schleimarmen Tragantsorten reich an den beiden genannten Körpern sein müssen. — Die lösliche Gummiart entsteht aus dem Bassorin. In 60 %iger Chloralhydratlösung löst sich der Tragant wohl auf, aber es bleibt in der Flüssigkeit eine wolkige Trübung, welche von Zelluloseresten herzurühren scheint. — Die Wassermenge des Tragants beträgt 11—17, die Aschenmenge 2,29—3,57 %. Nach älteren Angaben sollen gute Tragante nur 1,75 % Asche liefern (C. Schmidt, 1844).

Die Asche enthält mehr als 50 % Kalziumkarbonat und etwa 3 % Phosphorsäure (Gmelin, Handb. d. Chemie VII, 1, S. 657; Ludwig, 1855, S. 38; Flückiger, 1891, S. 23).

Über Tragant vergleiche auch Widtsoe u. Tollens (1910), Fellenberg (1914) und Frey (1913).

Handelssorten: Nach den Produktionsländern unterscheidet man im Handel folgende Sorten:

1. Anatolischer, türkischer oder Levantiner Tragant, auch Tragant von Smyrna genannt.

2. Sog. syrischer Tragant. Die Bezeichnung ist, wie Tschirch (1911, S. 392) angibt, irreführend, da diese Handelsware aus Westpersien und Ost-Kleinasien stammt. Die Hauptmasse dieser Sorte ist also ihrer wahren Herkunft nach persischer Tragant.

3. Persischer Tragant.

4. Griechischer oder Morea-Tragant.

Der anatolische Tragant, der beste von allen, besteht vorwiegend aus schönen gelblichen oder weißlichen, stets matten Blättern von 1—5 cm Länge. Die Blätter sind terrassenförmig gebaut und außen gestreift, ihr Bruch ist eben. — Der syrische und der persische Tragant sind schon viel ungleichartiger in Form, Größe und Farbe der Stücke. Sie enthalten wohl auch blätterartige Stücke, die aber dicker als der Blättertragant der erstgenannten Art und häufig deutlich gefärbt sind (gelblich mit einem Stich ins Orange oder Rötliche, oder auch bräunlich bis braun). Der Bruch der Körner ist uneben bis deutlich muschelig. Frisch aufgebrochene Stücke besitzen einen ziemlich deutlichen Glanz. Diese Tragantsorte ist häufig durch Rinden- und Holzstückchen, die von den Stammpflanzen herrühren, verunreinigt. Derjenige persische Tragant, der von indischen Schiffen verfrachtet wird, führt auch den Namen »indischer Tragant«. — Der Tragant von Morea, der heute nur noch historisches Interesse beansprucht, besteht vorwiegend aus langen, dünnen, oft gewundenen und gekräuselten und knäuelförmig gestalteten Fäden, worunter einzelne Stücke sich vorfinden, die an Weiße mit dem Smyrnatragant wetteifern, während die meisten Fäden und die klumpigen Massen dieser Sorte gelblich bis bräunlich gefärbt sind. Nach Heldreich (1862, S. 71 ff.) kommt dieser Tragant von den Bergen des nördlichen Morea und stammt, wie bereits oben angegeben wurde, von *Astragalus cyllenaeus*.

Kutera oder Kutira (im Persischen heißt der Tragant »Kettira«), auch Kuteragummi genannt, ist der oben erwähnte von *Astragalus heratensis* und *A. strobiliferus* abstammende geringe Tragant. Mit diesem Namen werden indes auch geringe Tragantsorten bezeichnet. Auch das Bassoragummi, welches in den Strukturverhältnissen mit Tragant übereinstimmt, ist eine geringe Tragantsorte.

Die sortierte Handelsware zerfällt in drei Arten, welche nach der Form der Zusammensetzungsstücke Blätter-, Stengel- und Körnertragant genannt werden. Der kleinasiatische Rohstoff liefert viel Blätter-, der griechische Rohstoff viel Stengeltragant. Der Körnertragant setzt sich teils aus natürlichen runden Tragantkörnern, teils aus Bruchstücken von Stengeln und Blättern zusammen. Die Fadentragante (Vermicelli, feine Stengeltragante) werden durch Absieben von den grobkörnigen, zumeist aus zerbrochenen Stengeln bestehenden Tragantmassen getrennt, welche für sich im Handel den Namen Sesamseed führen (Schwanert u. Stohmann, S. 1924). Geringe Sorten des Tragants, knollige Massen von grauer bis dunkelbrauner Farbe, erscheinen auf dem Markte nicht selten unter dem Namen Traganton.

Verfälschungen und Prüfung: Der Tragant hat ein so spezifisches Gepräge, daß er nur schwer verfälscht werden kann. Wiesner (1914, S. 139) hat in keiner der zahlreichen Tragantsorten des Handels, die er untersuchte, Verfälschungen aufgefunden. Die Ware soll indes schon in der Levante manchmal mit zwei Gummiarten verfälscht werden, die die Namen Moussoli und Karaman führen, und die von wilden Pflaumen- und Mandelbäumen herrühren (vgl. Zeitschr. österr. Apothekerverein 1865, S. 545). Nach Kick und Gintl (II., S. 253) wird Karaman durch Bestreichen mit Bleiwasser dem Tragant im Aussehen ähnlich gemacht und in dieser Form zur Verfäl-

schung des Tragants verwendet. Nach Hanbury wird durch dieselbe Prozedur auch geringeren Tragantsorten ein besseres Aussehen verliehen (Tschirch, 1911, S. 403). Es sind dies Gummiarten, die mit dem vorderasiatischen Prunoideengummi übereinstimmen. — Kleinkörnige Tragantsorten werden angeblich manchmal mit kleinkörnigem arabischen oder Senegalgummi, die geringer im Preise stehen als derartige Tragante, versetzt. Über ein Tragantsurrogat vgl. Hanausek (1916).

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Eigentümlichkeiten des Tragantgummi geben genügend Anhaltspunkte, um die Echtheit des Tragants konstatieren zu können. Auch die Eigenschaften des Akaziengummi können herangezogen werden, um dieses im Tragant nachzuweisen. Es werden aber auch andere Mittel angegeben, um arabisches Gummi oder andere mit diesem im wesentlichen übereinstimmende Gummiarten als Verfälschungen im Tragant nachzuweisen. So soll es nach Planche (vgl. Schwanert und Stohmann, S. 1927) gelingen, selbst wenige Prozente von arabischem oder Senegalgummi im Tragant durch Guajaktinktur nachzuweisen. Weingeistige Guajaktinktur soll nämlich den Tragantschleim gar nicht, die Lösung von arabischem und Senegalgummi hingegen blau färben. Dieser Nachweis muß aber mit Vorsicht angewandt werden, da alle Gummiarten, und auch der Tragant, infolge der in ihnen auftretenden oxydierenden Enzyme (nämlich der Oxydasen) die Guajaktinktur bläuen. Wird der Tragant in zerkleinertem Zustand mit Wasser übergossen und solange stehen gelassen, bis er einen gleichmäßigen Schleim bildet, so tritt auf Zusatz von Guajaktinktur Bläuung auf. Es ist aber hierbei langandauernde Einwirkung des Wassers erforderlich. Läßt man den Tragant nur bis zum Eintritt der Aufquellung stehen, so stellt sich noch keine Bläuung ein. Diese Zeit reicht aber aus, um arabisches Gummi in eine Lösung zu bringen, die durch Guajaktinktur gebläut wird. Und so läßt sich, unter Anwendung der hier angeführten Vorsicht, tatsächlich arabisches Gummi im Tragant nachweisen (Wiesner, 1885, S. 54). Es ist aber bei diesem Nachweis doch noch zu beachten, daß die Guajakfärbung auf ein Enzym zurückzuführen ist, also nicht eintritt, wenn die Lösungen des Gummi gekocht wurden, weil hierbei das Enzym zerstört wird. In stark zerkleinertem, viele Jahre gelagertem Gummi ist das Ferment begreiflicherweise nicht oder nur noch spurenweise anzutreffen, was bei dem genannten Verfälschungsnachweis auch wohl zu beachten sein wird. — Sicherer ist wohl der Nachweis von arabischem Gummi im Tragant durch das verschiedene Verhalten von Pyrogallol gegen Lösungen von arabischem Gummi bzw. Tragant. Ersteres bildet mit Pyrogallol zusammengebracht Purpurogallin (Pyrogallochinon) (Clermont et Chautard, 1882, S. 684). Das gleiche Verhalten zeigen gegenüber dem Pyrogallol auch alle anderen Akaziengummi, auch das Kirschgummi, nicht aber, wie Flückiger (1891, S. 8, 22) zeigte, der Tragant. Hierauf läßt sich nach Flückiger eine Unterscheidung zwischen Tragant und arabischem Gummi gründen. Ersterer färbt sich mit Pyrogallol schwarz, während die Lösungen des letzteren sich nur schwach bräunen und nach längerer Zeit kristallisiertes Purpurogallin ausscheiden. — Nicht selten soll dem Tragant auch eingetrockneter Stärkekleister beigemengt werden (Kick u. Gintl, Bd. IX [1888], S. 547), eine begreiflicherweise sehr leicht nachweisbare Verfälschung. Nach Tschirch (1911, S. 403) wird ein im Wasser erhitztes Gemenge von Stärke, Leim und Glyzerin als Tragantersatz verwendet.

Afrikanischer Tragant. Unter diesem Namen beschrieb Flückiger (1869) eine dem Tragant nahestehende Gummiart, die aus der im westlichen Afrika (Senegambien bis Kongo) in großer Menge vorkommenden *Sterculia Tragacantha* Lindl. in solchen Massen austritt, daß nach Flückigers Ansicht diese Ware für den Weltmarkt Bedeutung zu erlangen verspricht. Die Gummiart bildet farblose bis gelbliche stalaktitische Massen, die nur in sehr dünnen Schichten durchsichtig sind. Das chemische Verhalten des afrikanischen Tragants stimmt mit dem des gewöhnlichen Tragants nahezu überein, doch führt er 20 % Wasser und liefert 7,8 % Asche. Auch darin unterscheidet sich der *Sterculia*-Tragant von dem ge-

wöhnlichen, daß das darin vorkommende in Wasser lösliche Gummi nicht durch Bleizucker gefällt wird, sondern daß seine Auflösung erst mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine Trübung gibt. Morphologisch besteht ein großer Unterschied zwischen *Sterculia-* und gewöhnlichem Tragant, indem ersterer nach Flückigers mikroskopischen Untersuchungen nicht nur keinerlei Strukturverhältnisse zeigt, sondern auch keine Stärkekörnchen führt.

Anwendung: Die besseren Tragantsorten dienen im Zeugdruck als Verdickungsmittel für Farben (Kick und Gintl, XI, S. 267 ff.), bei der Appretur von Seidenwaren und Spitzen und in der Konditorei. Geringe Sorten werden von Schuhmachern zum Glänzendmachen des Sohlenleders verwandt (Schwanert u. Stohmann, S. 1564).

Der Tragant wird schon seit alter Zeit für medizinische und technische Zwecke verwandt, so bereits bei den alten Griechen und Römern. Auch im Mittelalter blieb er in Benutzung (Heyd, II, S. 654). In Deutschland begegnen wir dem Tragant schon 1340 als Bestandteil einer Augensalbe. Nähere Daten über die Geschichte des Tragants teilen Flückiger (vgl. Flückiger u. Hanbury, 1874, S. 177 und Flückiger, 1891, S. 24) und Tschirch (1911, S. 404) mit.

In der Pharmazie finden jetzt in der Hauptsache nur die besten syrischen und persischen Sorten des Tragants Verwendung und zwar vor allem als Bindemittel bei der Herstellung von Pillen, Stäbchen, Pastillen und Dragées, dann aber auch als Styptikum (als Klystier), zur Bereitung des *Ungt. Glycerini,* und zu Emulsionen als Ersatz des Gummis [vgl. auch Tschirch (1911, S. 404)].

17. Leinsamen, Flachssamen.

Stammpflanze: Die in dem D. A. VI, der Ph. Austr. VIII und der Ph. Helv. IV offizinellen Leinsamen (off.: Semen Lini — frz.: semence ou graine de lin — engl.: linseed, flaxseed — ital.: seme di lino) stammen von dem vorwiegend als Gespinstpflanze gebauten Lein oder Flachs, *Linum usitatissimum* L. aus der Familie der Linaceae. Bezüglich der Leinfaser und des Leinöles vgl. man die Abschnitte Fasern und Fette und Öle.

Der Lein, eine der ältesten Kulturpflanzen, ist ein einjähriges, zuweilen auch zweijähriges Kraut. Der Stengel wird bis 1 m und darüber hoch, ist einfach oder im oberen Teile verzweigt. Die ungestielten Blätter sind spiralig angeordnet, schmal lanzettlich und dreinervig. Die Blüten, die in rispig angeordneten, lockeren Wickeln stehen, sind fünfzählig mit himmelblauen, sehr vergänglichen Kronenblättern. Die Frucht ist eine wand- oder fachspaltig aufspringende oder geschlossen bleibende, fast kugelige Kapsel, die bis zur Reife vom Kelch umhüllt wird; sie ist infolge sogenannter falscher Scheidewände 10fächerig und enthält normal 10 Samen, oft aber weniger.

Linum usitatissimum ist bisher nirgends wildwachsend angetroffen worden, doch nimmt man an, daß seine Heimat in Westasien, vielleicht in den Gebieten zwischen dem Persischen Golf und dem Kaspischen und Schwarzen Meer liegt.

Über die Abstammung und die verschiedenen Rassen des kultivierten Leines vgl. man den Abschnitt Fasern.

Gewinnung: Die bedeutendsten, den Lein als Gespinstfaserpflanze bauenden Länder, z. B. Südrußland, die russischen Ostseeprovinzen (baltischer Leinsamen, die reinste Sorte), Indien, Argentinien (»La Plata-Saat«), Marokko, Ägypten und Nordamerika, Brasilien liefern auch die größten Mengen von Leinsamen für den Handel. Doch wird in diesen Ländern die Pflanze auch ihrer ölreichen Samen wegen gebaut. Argentinien bringt sehr gute Sorten von Leinsamen auf den Markt; dort wird in der Provinz Santa Fé der Lein im großen angebaut. Eine kartographische Darstellung der Verbreitung des Leinbaues in den europäischen, asiatischen, amerikanischen und australischen Ländern findet sich bei Engelbrecht (1899, 1914, S. 40, und 1916). Die käuflichen Leinsamen sind entweder für die Aussaat oder zur Ölpressung bestimmt. Die schweren, ausgereiften, frischen und noch keimfähigen, als Saatgut für den Flachsbau bestimmten Samen nennt man Leinsaat. Unter Schlagsaat versteht man alle geringen, bloß zur Ölgewinnung dienlichen Leinsamen, mögen sie im noch unreifen Zustande vom Felde gebracht worden sein oder infolge

längerer oder schlechter Aufbewahrung ihr Keimvermögen verloren haben. Vorwiegend erscheinen als Schlagsaat im Handel unausgereifte Leinsamen, die man gewissermaßen nur als Nebenprodukt der Flachsgewinnung erhielt. Es ist nämlich daran zu erinnern, daß die Flachspflanzen nur dann eine brauchbare Faser liefern, wenn ihr Einernten noch vor der Samenreife vorgenommen wurde. Die hierbei gewonnenen Samen sind wohl zur Ölgewinnung, nicht mehr aber für die Aussaat tauglich. Wurde doch physiologischerseits für viele Samen nachgewiesen, daß zwar ihre Keimfähigkeit noch vor der Samenreife eintritt, daß aber unreif geerntete, wenn auch völlig keimfähige Samen außerordentlich schnell ihre Keimkraft verlieren.

In technischer Beziehung kommt wohl nur die Schlagsaat in Betracht, da frische Leinsaat nur in kleinerem Maßstabe und zwar nur in jenen Gegenden auf Öl verarbeitet wird, wo Leinöl Genußmittel ist. Über die Sorten, sowie über die Verpackungsweisen der käuflichen Leinsamen s. Nobbe, Handbuch der Samenkunde, S. 439, und Dammers Lexikon der Verfälschungen, S. 510. Für feinste Ölsorten werden nebst der frischen Leinsaat auch die Samen eines eigens zu diesem Zwecke gebauten Springleins verwendet.

Für pharmazeutische Zwecke ist jedoch nur die Leinsaat brauchbar und zulässig.

Beschaffenheit: Die glänzend rotbraunen oder hellbraunen Samen von *Linum usitatissimum* sind stark plattgedrückt, im Umriß eiförmig oder länglich eiförmig, am unteren Ende abgerundet, am entgegengesetzten Ende geschnabelt. Sie erreichen eine Länge von 4 bis 6,5 mm, eine Breite von 2,5—3 mm und eine Dicke von 1—1,5 mm. Ihr Gewicht beträgt im Durchschnitt 3—5 mg; 100 gut ausgereifte, vollgewichtige Samen wiegen 0,5—0,6 g. Die Oberfläche erscheint zunächst glatt, mit der Lupe betrachtet jedoch mit feinen Vertiefungen versehen.

Die Samen von guter Leinsaat sind etwa 5 mm lang und über 0,4 mg schwer. Die Körner der unausgereiften Samen sind kleiner, leichter und meist auch stärker grünlich gefärbt.

Die in neuerer Zeit in größeren Posten auf den Markt kommenden indischen Leinsamen sind in der Sorte »white seeds« hellgelb, ziemlich schmal und weichen auch im Bau der Samenschale etwas von den braunen Leinsamen ab. Die indischen »red seeds« dagegen haben eine hellbräunliche Farbe.

Am Leinsamen kann man drei Teile unterscheiden: die Samenschale, das Nährgewebe (Endosperm) und den Keimling. Die dünne Samenschale ist im trocknen Zustand hart und spröde. Im Wasser umgibt sie sich mit einer hyalinen Schleimschicht. Das fettes Öl und Aleuronkörner führende Endosperm, das beim Öffnen der Samen an der Schale haften bleibt, ist nur spärlich entwickelt und gleicht daher einer dünnen, weißen oder blaßgrünlichen Haut. Es umgibt den grünlichgelben, aus zwei großen flachen, ölig-fleischigen Keimblättern und einem kurzen Würzelchen gebildeten Keimling.

Anatomie: Der anatomische Bau der Samenschale (man vergleiche auch Harz 1885, S. 952; Tschirch-Oesterle 1900, S. 257, Taf. 58; Tschirch 1911, S. 319) ist folgender:

Die von einer dünnen Kutikula überzogene Schleimepidermis bildet, in Alkohol betrachtet, einen farblosen Streifen, an dem keine Struktur wahrgenommen werden kann. Nach Zusatz von Wasser quellen die Oberhautzellen mächtig auf, erscheinen im Querschnitt rechteckig, in der Fläche polygonal und nach einer Richtung ein wenig gestreckt; ihre Seiten- und Außenwände sind durch eine Schleimmembran so stark verdickt, daß das Lumen auf einen kleinen, nahe der Innenseite gelegenen Raum reduziert ist. Die Schleimmembran erscheint scharf geschichtet; nach längerem Einwirken des Wassers löst sich der Schleim. Mit Bismarckbraun oder Böhmers Hämatoxylin läßt sich der Schleim sehr deutlich sichtbar machen. Der Austritt des Schleimes aus den Zellen erfolgt nach den Untersuchungen von Kořan (1899) durch Auseinanderweichen der äußeren Zellmembran und der aufliegenden Kutikula an den Stellen, an denen die Querwände (die radial laufenden Wände der Epidermiszellen) sich abgliedern; schließlich lösen sich die Außenzellwände mit der Kutikula unter Einrollen ab, und die Zelle entleert sich völlig; es bleiben nur

die Querwände und schuppenförmige Reste der Außenmembran zurück.

Unter der Epidermis liegt eine ein- bis zweireihige Parenchymschicht mit gerundet-vierseitigen, Interzellularen zwischen sich freilassenden Zellen; an den Kanten der Samen sind meist fünf Reihen entwickelt. In dieser Schicht verläuft auch das Raphebündel. Wie Tunmann (1906, S. 725), Schürhoff (1906, S. 658) und Ebert (1907) gefunden haben, enthält diese Schicht Stärkekörner, die einfach, eiförmig-rundlich und bis 40 μ groß sind. Als dritte Schicht (Steinzellschicht) zeigt sich eine Reihe sehr charakteristischer Sklereiden, die bis 150 μ lange, im Sinne der Längsachse des Samens gestreckte, reich getüpfelte und ziemlich stark verdickte Fasern darstellen. Die nächstfolgende Schicht, auf dem Querschnitt nicht besonders deutlich, hängt innigst mit der Sklereidenschicht zusammen, besteht mindestens aus zwei Reihen, einer äußeren Querzellenreihe mit längsgestreckten, senkrecht zu den Sklereiden verlaufenden Zellen und einer inneren, deren Zellen wieder mit den Sklereiden gleichsinnig angeordnet sind. Diese Schicht, aus dem inneren Integument entstanden, bildet die ursprüngliche Nährschicht und führt als solche reichlich transitorische Stärke; im reifen Samen ist sie stark obliteriert und verschleimt. Nun folgt die für die Diagnose des Leinsamenpulvers wichtigste Zellenlage der Samenschale, die Pigmentschicht, die sich aus einer Reihe vier- bis sechseckiger, im Querschnitt rechteckiger, an den Seitenwänden reich getüpfelter, ziemlich derbwandiger Zellen zusammensetzt. Ihr Inhalt ist ein homogener, rotbrauner, das ganze Lumen ausfüllender, in Wasser und Alkohol unlöslicher Körper, der leicht aus der Zelle, einen Abguß ihres Innenraumes darstellend, herausfällt und im Pulver häufig aufzufinden ist. Er steht mit Gerbstoffen in Zusammenhang, da er von Eisenchlorid blauschwarz gefärbt wird, und bedingt die Färbung der Samenschale; er fehlt demnach der Samenschale des indischen Leinsamens, wo das die Pigmentschicht vertretende Gewebe außerdem obliteriert ist.

Das Endosperm schließt sich unmittelbar an die Pigmentschicht an, ist an den Kanten des Samens schmal, an den Flächen bis sechs Zellen breit und wird an der Radikula am dicksten. Seine polyedrischen, farblosen, derbwandigen Zellen führen Ölplasma und Aleuronkörner. Die Aleuronkörner werden durch Vanillinsalzsäure nach einigen Stunden rotviolett gefärbt (Tunmann 1909). Das Gewebe der Keimblätter bildet ein von einer kleinzelligen Epidermis bedecktes Parenchym, dessen dünnwandige, auf dem Querschnitt sechsseitige Zellen ebenfalls Ölplasma und deutliche Aleuronkörner mit Kristalloiden enthalten.

Pulver: Das entölte grobe Pulver (*Placenta seminis Lini*, Leinkuchenmehl), der Preßrückstand der Leinölfabrikation, ist sehr charakteristisch. Es besteht in der Hauptsache aus den farblosen Fragmenten der Kotyledonen und des Endosperms, die mit Aleuronkörnern und fettem Öl angefüllt sind. Ferner aus den Bruchstücken der Samenschale, nämlich den meist in der Flächenansicht zu beobachtenden, rechteckigen und einen braunen Inhalt enthaltenden Pigmentzellen und den dazu rechtwinklig verlaufenden, schmalen Zellen der Steinzellschicht. Die rotbraunen Farbstoffkörper der ersteren Schicht werden auch häufig im Pulver freiliegend angetroffen. Weniger auffallend sind die Bruchstücke der farblosen Epidermiszellen, deren Schleiminhalt im Glyzerinpräparat nicht aufquillt. Stärke darf nur in geringen Mengen vorhanden sein (Nachweis durch Jodjodkaliumlösung). Über weitere Einzelheiten bezüglich der Mikroskopie des Pulvers siehe Kraemer (1898) und Koch (1906, IV, Tab. 3).

Chemie: Die von den Leinsamen gelieferte Schleimmenge beträgt nach Uloth 3 %, nach Kirchner und Tollens (1874, 1875) 5,1—5,9 %. Die Formel für die Schleimmasse, in der sich noch 0,51 % Zellulose und 0,61 % Mineralstoffe befinden, wird mit $C_{12}H_{20}O_{10}$ oder $C_6H_{10}O_5$ angegeben. Mit Jod und Schwefelsäure behandelt, zeigt der Schleim keine Blaufärbung. Mit Kupferoxydammoniak bildet er eine feste Gallerte. Der Leinsamenschleim wird durch Säuren in Zucker übergeführt (etwa 60 % d-Glukose) und liefert bei der Oxydation mit Salpetersäure

Schleimsäure. Bei der Hydrolyse entsteht Galaktose, Dextrose (d-Glukose), Arabinose und Xylose. Der Schleim stellt demnach ein Galakto-Gluko-Arabino-Xylan dar. In gereinigtem Zustande hat er nach Hilger (1903, S. 3198) die Zusammensetzung $2\,(C_6H_{10}O_5)\cdot 2\,(C_5H_8O_4)$, dreht rechts, ist schwach sauer und gibt bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol (Tschirch). Nebst Schleim enthalten die Leinsamen 16,83—30,77 % stickstoffhaltige Körper, 22,4—40,48 % fettes Öl und im Mittel 4 % Asche.

Bei längerem Aufbewahren wird gepulverter Leinsamen sauer, wobei sich Blausäure entwickelt. Aus keimenden Leinsamen isolierten Jorissen et Hairs ein Glukosid, das sie Linamarin nannten und das sich als identisch mit dem aus der giftigen Mondbohne (*Phaseolus lunatus* L.) dargestellten Phaseolunatin erwies (Literatur bei Tschirch, 1911, S. 323 und Anmerkung S. 774). Nach Jouck lautet die Formel für Linamarin $C_{30}H_{50}N_3O_7$. Durch das in den Leinsamen enthaltene Enzym wird das Glukosid in Dextrose, Blausäure und Azeton gespalten nach der Gleichung

$$\underset{\text{(Phaseolunatin = Linamarin)}}{C_{10}H_{17}O_6N} + H_2O = \underset{\text{(Dextrose)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(Blausäure)}}{HCN} + \underset{\text{(Azeton)}}{(CH_3)_2CO}$$

Verfälschungen: Der Leinsamen des Handels ist öfters mit Samen des Taumellolches, *Lolium temulentum*, und verschiedenen Unkrautsamen verfälscht. Stärkemehlhaltige Samen sind im Pulver und in den wässrigen Abkochungen durch die Jodprobe leicht nachzuweisen.

Verwendung: In der Medizin werden die gemahlenen Leinkuchen (*Placenta sem. Lini*) auf Grund ihres Schleimgehaltes äußerlich zu heißen Breiumschlägen als Mittel bei Entzündungen verwandt. Das wässrige Dekokt, das durch Schütteln der ganzen Samen mit Wasser gewonnen wird, ist ein reizmilderndes Medikament bei Katarrhen. Auch in der Tierheilkunde findet der Schleim der Leinsamen innerlich Anwendung.

In der Volksheilkunde und bei den Naturheilärzten gilt der Leinsamen außerdem als Heilmittel bei Diabetes.

18. Lindenblüten.

Stammpflanze: Die offizinellen (D. A. VI.) Lindenblüten (Flores Tiliae; frz.: fleurs de tilleul; ital.: fioriditiglio) werden gesammelt von *Tilia cordata* Mill. (= *T. ulmifolia* Scop. = *T. parvifolia* Ehrh.) und *Tilia platyphyllos* Scop. (= *T. grandifolia* Ehrh.), zur Familie der Tiliaceae—Tilieae gehörig.

Die Heimat von *Tilia cordata* ist Nordwestdeutschland, Norwegen, Schweden, Rußland (in den Gegenden des Ural) und der südliche Kaukasus. *Tilia platyphyllos* ist heimisch in Griechenland, Unteritalien und Spanien. Heute werden beide Linden vielfach als Alleebäume angepflanzt und sind über ganz Europa verbreitet (siehe Abschnitt Hölzer).

Die Linde stellt einen 25—50 m hohen Baum dar mit ästiger, gewölbter und gerundeter Krone, die stark verästelt ist und ausgebreitete, hängende Zweige besitzt. Das Holz ist hell und weich, die Rinde ist reich an Bast. Die Blätter sind wechselständig, gestielt, schiefrundlich bis schiefherzförmig, lang zugespitzt und gesägt. *Tilia cordata* besitzt oberseits dunkelgrüne, unterseits blaugrüne, bis auf die Nervenwinkel, die rostbraune Haarbüschel aufweisen, unbehaarte Blätter. *Tilia platyphyllos* hat beiderseits grüne Blätter, deren Farbe manchmal ins graugrün schlägt, die Haarbüschel an den Nerven sind weiß. Auch sind die Blätter letzterer Art größer und weichhaarig. Sie sind 3—5 nervig, die Hauptnerven sind beiderseits verästelt, die Nebennerven nur nach außen hin. Die Nebenblätter, die als Knospenschuppen dienen, sind rötlich, schuppenförmig und fallen bald ab. In den Achseln eines Laubblattes steht je ein trugdoldiger Blütenstand, der am Grunde eine kleine, schuppenförmige und eine große, flügelartig ausgebildete und der Blütenstandsachse angewachsene Braktee trägt. Bei *Tilia cordata* ist der Blütenstand 5—13—15 blütig, bei *Tilia platyphyllos* 3—9 blütig. Die Früchte sind einsamige Nüßchen, die bei *Tilia cordata* kugelrund und dünnschalig, bei *Tilia platyphyllos* fünfkantig sind und eine verholzte Schale haben. Am Fruchtstand befindet sich ebenfalls die Braktee, die als Flugapparat dient. Der Same enthält Endosperm; der Embryo hat fünflappige Kotyledonen, die gefaltet sind.

Gewinnung und Handel: Die Droge wird im Juni bis Juli gesammelt und bei niederer Temperatur im Schatten getrocknet, um eine oxydasehaltige Droge zu erhalten. In Deutschland werden beträchtliche Mengen von Lindenblüten geerntet, ferner in der Schweiz, Österreich, Belgien, Montenegro und Rußland. Die Droge darf nicht älter als ein Jahr werden. Im Handel kommen auch Blüten ohne das Hochblatt vor.

Beschaffenheit: Der 6—8 cm lange Stiel des Blütenstandes ist zur Hälfte mit einem häutigen Hochblatt verwachsen, welches zungenförmig, stumpf abgerundet, lineallänglich, gelblichgrün und netzaderig ist. Vor den Blüten findet man Hochblättchen und 2 Vorblättchen. Die Blüte selbst ist 5zählig. Die Kelchblätter sind in der Knospenlage klappig, am Rande und innen behaart und leicht abfallend. Es folgen dann fünf an der Spitze abgerundete, verkehrt eiförmige bis spatelförmige, in der Knospenlage gedrehte Blumenblätter, die innen am Grunde Honigdrüsen besitzen. Die 30 bis 40, wahrscheinlich durch Spaltung entstandenen Staubblätter sind zu fünf, vor den Kronenblättern stehenden Bündeln vereinigt. Die Antheren sind dithecisch und haben ein tiefgespaltenes Konnektiv. Die Thecae sind am Rücken angeheftet und springen durch einen Längsspalt auf. Der aus fünf Fruchtblättern bestehende Fruchtknoten ist oberständig, kuglig und dicht behaart. Er ist fünffächerig mit je zwei anatropen Samenanlagen, von denen aber nur eine sich weiter entwickelt. Der Griffel besitzt eine fünflappige Narbe und ist kürzer als die Staubblätter.

Anatomie: Der Stiel des Blütenstandes zeigt außen eine einschichtige Epidermis, deren Außenwände vorgewölbt und etwas verdickt sind. Daran schließt sich eine Kollenchymschicht und eine breite Bastzellschicht. Letztere umgibt einen schmalen Siebteilring. Daran schließt sich der Holzteil und ein großes Mark. Dieses und die Rinde führen Schleimzellen.

Die Braktee besitzt fast quadratische, etwas nach außen gewölbte, mit einer gefalteten Kutikula überzogene Epidermiszellen. An der Blattunterseite lassen sich zahlreiche Spaltöffnungen feststellen. Die Gefäßbündel sind von einem Bastring umgeben. Das Parenchym der Nerven führt Schleimzellen. Das Mesophyll der übrigen Blatteile zeigt große Interzellularen, die Zellen der Blattoberseite sind palissadenartig gestreckt.

Die Oberseite der Kelchblätter besitzt zahlreiche Haare, besonders an den Blatträndern. Die Haare sind entweder lang und dünn, oft wellig gebogen, oder es kommen 2—5strahlige Büschelhaare vor, deren Spitzen vielfach gekrümmt und abgerundet sind. Sie sind nicht sehr stark verdickt. Unter der aus polyedrischen Zellen bestehenden Epidermis befinden sich Zellen mit Kalziumoxalatdrusen, die aber auch sonst im Gewebe zerstreut sehr zahlreich anzutreffen sind. Während auf der Blattoberseite Spaltöffnungen vorkommen, sind diese auf der Unterseite des Kelchblattes nur sehr selten anzutreffen, auch können die Haare fehlen. Charakteristisch wie für alle Malvaceendrogen sind auch hier wieder die zahlreich auftretenden Schleimzellen, die zu Gruppen vereinigt unter Verschleimung der Zellwände Schleimhöhlen bilden.

Die Kronenblätter sind sehr dünn, ihre Epidermis besteht aus schwach gewellten Zellen mit gefalteter Kutikula. Deutlich treten zwei Hauptgefäßbündel hervor. Unter der oberen Epidermis liegen wieder zahlreiche Zellen mit Kristalldrusen. Im Mesophyll viele Schleimzellen, die oft in Gruppen Schleimhöhlen bilden. An Haaren finden sich vereinzelt — besonders am Grunde — Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel und mehrzelligem Köpfchen und selten Büschelhaare, die 2—5strahlig und gewunden sind.

In das Konnektiv der Staubblätter mündet ein Gefäßbündel. Die dreischichtige Wand der Anthere zeigt eine papillöse, mit gefalteter Kutikula versehene Epidermis. Die Faserschicht ist ein- bis mehrschichtig und besteht aus Zellen, deren Radialwände leistenförmige Verdickungen zeigen. Antheren, Konnektiv und Filament sind reich an Schleimzellen. Die tetraedrischen Pollenkörner sind 0,25—0,36 mm groß und besitzen eine fein gekörnte Exine. Die drei Keimporen sind gut sichtbar.

Die Wand des Fruchtknotens ist ebenfalls mit zwei- bis vielstrahligen Büschelhaaren bedeckt. Auf die Epidermis folgt nach einer parenchymatischen Schicht eine

die Gefäßbündel führende obliterierte Zone, an die sich eine Schleimzellschicht anschließt.

Die Gewebe des Griffels und der Narbe führen Kalziumoxalatdrusen und teilweise Schleim.

Chemie: Die Blüten enthalten viel Schleim, Zucker, Gerbstoff, Wachs und ätherisches Öl. Ferner findet sich ein Kohlenwasserstoff von der Formel $C_{28}H_{58}$ und ein Bitterstoff. Die Asche ist reich an Mangan.

Verfälschungen: Als Verfälschungen hat man die Blüten von *Tilia argentea* Desf. und *Tilia americana* L. beobachtet. Beide unterscheiden sich von den vorher beschriebenen Arten dadurch, daß die fünf äußeren Glieder des Androeceums in blumenblattartige Staminodien umgewandelt sind.

Anwendung: Verwendung finden die Blüten als schweißtreibendes Mittel. Auch findet man sie als Bestandteil der Species laxantes St. Germain. Ob sie auch als schmerzstillendes Mittel, als Mittel gegen Sommersprossen und als Haarwuchsmittel gute Dienste leisten, sei dahingestellt.

19. Eibischwurzel, -blätter und -blüten.

Stammpflanze: Die Stammpflanze dieser drei Drogen ist der Eibisch, *Althaea officinalis* L., zur Familie der Malvaceae—Malveae gehörig. Seine Heimat ist Mittel- und Südeuropa (Rußland, Deutschland, Frankreich, Spanien in der Nähe von Saragossa, ferner am Mittelmeer, an den atlantischen Küsten, den Küsten der Ost- und Nordsee, auch Südengland und Irland, außer den skandinavischen Ländern), ferner Westasien (Syrien, Persien), teilweise auch Zentralasien (im Punjab und Himalaja) und Nordasien. Man trifft ihn häufig auf feuchten, salzhaltigen Böden. Er wird zwecks Gewinnung der Wurzeln, Blätter und Blüten in Nordbayern in der Nähe von Nürnberg und Schweinfurt, in Thüringen bei Jena, in Sachsen, Hessen, ferner in Ungarn, Belgien und Frankreich usw. kultiviert. In Italien wird der Eibisch nicht angebaut.

Althaea officinalis ist ein krautiges, mehrjähriges Gewächs, das eine Höhe von 1—1¼ m erreicht. Es besitzt ein kurzes, dickes, einfaches oder verzweigtes, vielköpfiges Rhizom, von dem aus senkrecht in die Erde bis ½ m lange, fleischige Wurzeln gehen. Der Stengel der Pflanze ist unten verholzt, nach oben hin krautig, dicht filzig mit Haaren besetzt. Der Stengel ist selten hohl, meist mit Mark angefüllt. An ihm stehen in spiraliger Anordnung Blätter und Äste. Die Blätter besitzen lanzettlich-pfriemliche Nebenblätter, die oft zweifach gespalten sind. In den Achseln der Blätter stehen oft einzeln, vielfach zu wickeligen Blütenständen angeordnet, dichtgedrängt die hellrosa Blüten. Am oberen Teil des Stengels bilden die Blüten infolge ihrer dichtgedrängten Anordnung einen traubigen Blütenstand. Die Früchte bestehen aus 10—18 einsamigen Teilfrüchtchen, die untereinander und mit der Mittelsäule verwachsen sind und vom Kelch und Außenkelch umgeben werden. Sie sind oben gewölbt, am Rande gekerbt, flach scheibenartig und werden von der Mittelsäule überragt. Bei der Reife fallen die Teilfrüchte auseinander. Während die Früchte mit kurzen Büschelhaaren besetzt sind, bleiben die braunen Samen kahl und enthalten Endosperm und einen gekrümmten Embryo, dessen Kotyledonen nach innen geschlagen und an der Spitze nochmals geknickt sind.

a) **Radix Althaeae** (Radix Bismalvae, Hibisci, Malvavisci).

Gewinnung und Handel: *Althaea officinalis* ist seit langem in Kultur, schon in Karls des Großen Capitulare wird sie zum Anbau empfohlen. Der größte Teil der im Handel befindlichen Droge stammt aus Kulturen. Die aus Italien stammende Droge wird von wildwachsenden Pflanzen gesammelt, und auch in Ungarn bedient man sich vielfach der wildwachsenden Pflanze.

Als offizinelle (D. A. VI.) Droge werden die fleischigen Teile der Wurzeln (Altheewurzel, Bismalvawurzel, Mismalva, Eibischwurzel, Gilfwurz, Hilfswurzel, Schleimtee, Süßholzwurzel — frz.: racine de guimaux — engl.: marshwallow root — ital.: radice di altea) von zwei- und mehrjährigen Pflanzen verwendet, die im Herbst (Oktober bis November) oder im Frühjahr gesammelt werden. Jedoch werden zu alte Wurzeln ihrer Holzigkeit wegen verworfen. Man entfernt den Wurzelstock, die dünneren Nebenwurzeln sowie die holzigen und

schlechten Teile, schält dann die äußere Rinde und den Kork ab und trocknet sehr sorgfältig bei 35 °.

Während die aus Bayern stammende Wurzel sehr geschätzt ist, wird die belgische, französische und ungarische Ware, welche bisweilen ungeschält in den Handel kommt, weniger gesucht. Nach Tschirch beträgt die Ernte in der Umgebung von Nürnberg-Fürth jährlich 3000 Zentner.

Beschaffenheit: Eibischwurzel kommt in gelblichweißen bis weißen, bis 20 cm langen und 1,5 cm dicken Stücken in den Handel. Die Droge ist an der Oberseite längsfurchig und wellig und zeigt kleine rundliche, dunkelgefärbte Wurzelnarben und teilweise eine etwas faserige Struktur. Diese rührt von den Bastfasergruppen her, die durch das Entfernen des Korks und der primären Rinde freigelegt sind. Auf dem Querbruch zeigt die Droge eine faserige Außenschicht (Bast) und eine glatte, etwas körnige Innenschicht. Die Wurzel hat einen schleimigen, süßlichen Geschmack und einen eigenartigen Geruch.

Das Lupenbild zeigt auf dem weißen Querschnitt das etwas dunklere bis hellbräunlich gefärbte Kambium. Zwischen den heller erscheinenden Markstrahlen liegen keilförmig angeordnete Bastfaserbündel. Im Holzteil liegen gelbliche Gefäßgruppen zerstreut. In der Rinde sieht man schwach angedeutete konzentrische Zonen.

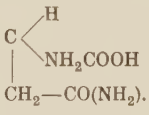
Anatomie: Das mikroskopische Bild zeigt, da Kork und primäre Rinde entfernt sind, außen dünnwandige, mit Stärke erfüllte Zellen der sekundären Rinde. Die Größe der Stärkekörner liegt zwischen 0,003 und 0,027 mm. Die Körner sind exzentrisch, oft mit einem Spalt versehen, kugelig, einfach, selten aus 2—4 Teilkörnern zusammengesetzt, seltener lineal, oft mit kleinen, lappigen Ausbuchtungen. Die Rindenparenchymzellen sind auf dem Querschnitt rundlich, mitunter etwas gestreckt, auf dem Längsschnitt dagegen fast quadratisch, regelmäßig und sehr langgestreckt. Interzellularen lassen sich sehr gut erkennen und sind zahlreich anzutreffen. In der Rinde wechseln Bastfasergruppen mit den Leptomgruppen ab. Namentlich in der Nähe der aus bis 10 Zellreihen bestehenden kambialen Zone finden sich die Bastfasergruppen, die aus 3—30 Zellen bestehen. Die Fasern sind schmal, 0,4—0,8 mm lang und ungefähr 0,010—0,035 mm dick, mit mitunter gabeligen oder kugeligen bis kopfigen Enden. Die Kambiumzellen sind flach, dünnwandig und tangential gestreckt. Die Kristalldrusen liegen in einer Tasche (Wittlin, 1896). Auch an den Seiten zeigen die Bastfasern Ausbuchtungen. Nur die äußere Schicht der Bastfasern ist verdickt, so daß das Lumen daher ziemlich weit ist. Durch Chlorzinkjod werden die inneren Lamellen der Bastfasern blau gefärbt (Meyer 1891). Die Siebröhren zeichnen sich durch horizontal gestellte Siebplatten aus und sind leicht von dem Stärke führenden Parenchym zu unterscheiden. Die Rindenmarkstrahlen sind ein- bis zweireihig, bis 7 Zellen hoch, und bestehen aus radial gestreckten Zellen. Sie führen neben Stärke sehr oft fettes Öl und auch Asparagin. Ferner kann man Kalziumoxalatdrusen, deren Durchmesser 0,22 bis 0,38 mm beträgt, im Rindenparenchym vereinzelt oder in Gruppen zusammenliegend feststellen. Der Holzteil zeigt in dem reichlich Stärke und fettes Öl enthaltenden Holzparenchym sehr selten kleine Libriformfasergruppen oder einzelne Libriformfasern eingesprengt.

Die Gefäße findet man einzeln oder zu radial gestellten Gruppen vereinigt, sie sind meist netzartig oder leiterförmig verdickt und zeigen oft Thyllen. Die Größe der Gefäße schwankt sehr, so findet man solche mit einem Durchmesser von 0,25—0,15 mm neben 0,16—0,82 mm. Die Gefäße werden von behöft getüpfelten Tracheiden umgeben, die kurz und zugespitzt sind und oft von Libriformfasern begleitet werden. Die Markstrahlen des Holzes sind ebenfalls ein- bis zweireihig und bestehen aus gestreckten, Stärke oder Öl führenden Zellen. In der Mitte der Wurzel findet sich eine Gefäßgruppe, die völlig verholzte Sklerenchymfasern führt.

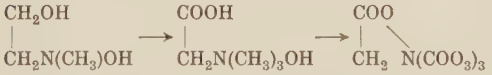
Im Rinden- wie im Holzparenchym sind reichlich Schleimzellen vorhanden, die oft zu Reihen angeordnet sind. Bei den Schleimzellen älterer Wurzeln kann man häufig stark lichtbrechende Schichten mit optisch inaktiven wechseln sehen, so daß die äußeren Schleimschichten sich von den inneren deutlich abgrenzen.

Pulver: Das gelblichweiße, feine Pulver enthält vor allem große Mengen freiliegender, kleiner Stärkekörner, kleinere oder größere Zellbruchstücke oder Gewebefetzen des meist farblosen, dünnwandigen und Stärke führenden Parenchymgewebes, glashelle Bruchstücke der Schleimballen, sowie die meist ziemlich stark zertrümmerten, ziemlich dünnwandigen und unverholzten Sklerenchymfasern. Die Holzreaktion zeigen nur die etwas seltener zu beobachtenden, gelblichen Gefäßbruchstücke. In den größeren Parenchymfetzen sind nicht selten die 1- bis 2reihigen Markstrahlzüge zu erkennen, ferner die meist mehr oder weniger rundlichen, stärkefreien Schleimzellen und vereinzelt Oxalatdrusen. Über weitere Einzelheiten vgl. Tschirch 1911, S. 350 und die dort zitierte Literatur.

Chemie: Altheewurzel enthält nach Buchner (1832, S. 571) 35,64% Schleim, 37,51 % Stärke, 8,29 % Zucker und Asparagin, 1,62 % fettes Öl, 1,81 % glutinöse Materie, 11,05% Pflanzenmark. Flückiger (1891) fand nur 25 % Schleim und 25 % Stärke. Das von Bacon (1827, S. 34) gefundene Althaeïn ist nach Plisson (1827) identisch mit Asparagin.



Orlow (1897) konnte ferner Betain feststellen, das durch Oxydation von Cholin hergestellt werden kann:



und einen dem Lecithin ähnlichen Bestandteil, der wohl in Wasser, nicht aber in Äther löslich ist. Köhler (1887, Bd. I, Tab. 42) gibt auch Apfelsäure für die Droge an. Die Analysen der Aschenbestandteile sind sehr verschieden: Flückiger gibt 4,88 % Asche an, Hauke 3,2—5,5 %, Dietrich 4,8 %. Die Asche ist reich an Phosphaten.

Der Schleim gibt mit Jod, Jodschwefelsäure, Chlorzinkjod (Tschirch) keine Blaufärbung. In Wasser aufgequollen, läßt er sich durch Ammoniumsulfat und Bleiacetat ausfällen. In Kupferoxydammoniak ist er unlöslich und quillt höchstens etwas auf. Der Schleim gibt bei der Oxydation Schleimsäure. Schmidt (1844, S. 53) und Mulder (1837) haben dem Schleim die Formel $C_{12}H_{20}H_{10}$ gegeben.

Verfälschungen: Als Verfälschungen der Droge werden die Wurzeln von *Althaea rosea* Cav. und *Althaea narbonensis* Pourr. ex Cav. angegeben. Erstere ist aber gröberfaserig, holzig und weit gelblicher als die echte Droge, letztere dagegen dicker, ebenfalls holzig, dunkler gefärbt und riecht frisch scharf nach Rettig. Auf dem Querschnitt der Wurzel erkennt man abwechselnd gelbe und weiße Ringe. Dem Pulver ist vielfach Stärke oder Getreidemehl beigefügt. Die Droge selbst wird mit Talkum, Mehl, Kalk oder Kreide zur Auffrischung der Farbe eingerieben, auch hat man aus letzterem Grunde die Wurzel mit Chlor oder schwefliger Säure gebleicht. Der Schleim soll farblos sein und neutral reagieren. Auf Zusatz von Ammoniak soll er eine Gelbfärbung geben, dagegen weder Bräunung noch Rötung zeigen.

Anwendung: Die Eibischwurzel ist schon früh als Arzneimittel verwendet worden. Theophrast und Dioscorides erwähnen sie schon, und auch bei Virgil und Plinius finden wir die Altheewurzel genannt, die hier in Abkochungen mit Milch als Hustenmittel empfohlen wird. Die Droge wird heute noch als Expectorans in Form der Maceratio Altheae, des Sirupus Altheae oder des Species pectoralis verwendet. Die Droge soll auch gegen entzündliche Zustände des Magens und Darmes gute Dienste leisten. Die gepulverte Droge dient bei Herstellung von Latwergen als Konstituens. Zur Anfertigung von Pillen soll sie sich nicht eignen, da diese steinhart werden und im Körper nicht gelöst werden (Tschirch).

b) **Folia Althaeae.**

Gewinnung und Handel: Die in D. A. VI. offizinelle Droge besteht aus den im Juni bis Juli, hauptsächlich während der Blütezeit gesammelten Eibischblättern (frz.: feuilles de guimauve — engl.: marshmallow leaves — ital.: foglie di altea), die gut getrocknet und dann in Holzkästen aufbewahrt werden. Man unterscheidet je nach der Herkunft bayrische, thüringische, französische, belgische und ungarische Ware. Jedoch ist die deutsche die begehrteste (Zörnig, 1909).

Beschaffenheit: Die Blätter sind dicklich, ziemlich kurz gestielt, im Durchschnitt 4—8 cm lang und 3—6 cm breit, oft auch etwas größer. Sie sind breitherzförmig oder eiförmig, zugespitzt und am Grunde herzförmig. Die oberen Blätter des Stengels sind ungleich eiförmig, schwach drei- bis fünflappig, die unteren weit größer, dreieckig-herzförmig, drei- bis fünflappig, mit spitzen Endlappen. Alle Blätter sind ungleich kerbig-gesägt oder grob gezähnt, und es wechseln kleine, dreieckige Kerbzähne mit schmaleren herzförmigen und längeren Zähnen ab. Die Blattspreite ist beiderseits durch Büschelhaare samtartig behaart. Die Behaarung wechselt nach dem Standort. Die Büschelhaare bestehen aus 2—8 Strahlen. Die Behaarung der wilden Pflanze ist besser ausgebildet als die der kultivierten, auch sind die Blätter der wilden Pflanze kleiner, die Form zugespitzter und das Blatt weit schärfer gezähnt. Die Blattstiele sind gegen die Basis rinnenförmig.

Anatomie: Der Blattquerschnitt zeigt an der Blattoberseite eine, stellenweise zwei Palisadenzellreihen, an die sich ein lockeres Schwammparenchymgewebe anschließt. Die Palisadenzellen sind gestreckt, rechteckig und werden nach den Nerven zu kürzer. Die Epidermis besteht im Querschnitt aus gestreckten, flachen, nur wenig gewölbten, an den Nerven aber stärker gewölbten und fast quadratischen Zellen. In der Aufsicht sind die Epidermiszellen schwach wellig und zeigen zahlreiche Spaltöffnungen mit 3—4 Nebenzellen. An Haaren finden sich große Büschelhaare, die meist 2—8 strahlig sind. Die Wandungen dieser Haare sind dick; ebenso ist der Fuß der Haare stark verdickt und zeigt reichlich Tüpfel. Daneben finden sich in der Nähe der Nerven kurzgestielte Drüsenhaare, die eine flache Basalzelle, ein aus mehreren Zellen zusammengesetztes kurzes Stielchen und ein 1—2zelliges Köpfchen besitzen. — Der Mittelnerv zeigt oben und unten eine Kollenchymschicht und dazwischen ein strahliges Gefäßbündel. Kalziumoxalatkristalle finden sich direkt unter den Haaren, im Leitparenchym und im ganzen Blattgewebe zerstreut. Viele Epidermiszellen und Zellen des Nervenparenchyms enthalten Schleim. Zwischen den Haaren findet man oft die großen Pollenkörner, die durch ihre stachlige Exine, namentlich im Pulver, ein Charakteristikum der Droge darstellen.

Pulver. Das grobe Pulver besteht, abgesehen von kleinen Zelltrümmern, den Chlorophyllkörnern und Schleimballen aus größeren oder kleineren Bruchstücken des Palisadengewebes und des Schwammparenchyms, in denen öfters die Schleimzellen und die Oxalatdrusen zu erkennen sind. Auch Teile der Epidermis und der Gefäßbündel sind reichlich vorhanden. Besonders auffallend und für das Pulver charakteristisch sind die reichlich anzutreffenden großen Büschelhaare oder Bruchstücke derselben, mit ihren verholzten und grob getüpfelten Basalteilen. Die Drüsenhaare treten dagegen weniger in die Erscheinung. In dem Pulver sind ferner stets anzutreffen die großen, stacheligen Pollenkörner der Eibischblüten, sowie die meist zahlreichen Uredosporen und Teleutosporen der auf dem Eibisch parasitierenden *Puccinia Malvacearum*.

Chemie: Hauptbestandteile sind: Schleim und gegen 15 % Asche (sonst siehe unter Radix Altheae).

Verfälschungen: Als Verfälschungen kommen Folia Malvae vor, die aber durch das Vorhandensein von Borstenhaaren kenntlich sind (Tschirch). Ferner kommt *Althaea rosea* Cav. in Betracht, deren Blätter aber langgestielt, nur schwach fünf- bis siebenlappig, rundlich herzförmig sind; auch sind die Blattzähne kleiner. Spaltöffnungen findet man nur auf der Unterseite, während bei *Althaea officinalis* diese beiderseits vorhanden sind (Zörnig). Die Haare sind drei- bis vier-, seltener fünf- bis sechsstrahlig.

Anwendung: Die Droge dient ähnlich wie Radix Althaeae als Hustenmittel in Species Altheae, Species emollientis, Species pectoralis. Auch zu Klistieren ist sie verwendet worden.

c) **Flores Althaeae** (Flores syriaci, Flores bismalvae).

Gewinnung und Handel: Die Eibischblüten (frz.: fleurs de guimauve — engl.: marshmallow flowers — ital.: fiori di altea) werden in den Monaten Juni bis August gesammelt, in Gegenden, wo *Althaea* kultiviert wird.

Beschaffenheit: Die kurzgestielten Blüten besitzen einen filzigen, tief sieben- bis zehnspaltigen Außenkelch, der im Gegensatz zum eigentlichen Kelch kürzere lanzettliche Spitzen hat. Die Blüte ist aktinomorph, zyklisch, fünfzählig. Der Kelch besteht aus fünf Blättern mit eiförmig zugespitzten Zipfeln, die beiderseits Büschelhaare tragen. In der Knospenanlage sind die Zipfel klappig angeordnet. Es sind fünf Kronblätter vorhanden, die so lang wie breit (fast 2 cm), umgekehrt herzförmig und leicht ausgerandet sind. Am Grunde gehen sie in einen verschmälerten, zottig gewimperten Nagel über. Die Blumenblätter sind hellrosa, dunkel geadert. Es sind zahlreiche Staubblätter vorhanden, deren Filamente bis zur halben Höhe unter sich und mit den Nägeln der Blumenblätter verwachsen sind. Diese Röhre umhüllt den Fruchtknoten und läßt die zahlreichen, ebenfalls bis zur Hälfte verwachsenen Griffel oben heraustreten. Die Staubblätter besitzen schwach behaarte Filamente und purpurrote bis violette, nierenförmige, in der Mitte einer Ausrandung angeheftete Antheren, die einfächerig sind und am Scheitel zweiklappig aufspringen. Die großen Pollenkörner sind zweikernig und von einer grobstacheligen Exine umgeben. Die Griffel find fädig, erst aufrecht, später zur Seite geneigt mit einfachen Narben. Der Fruchtknoten ist filzig behaart, rund und flach, und besteht aus 10—18 Fruchtblättern. Jedes Fruchtblatt hat eine aufsteigende, anatrope Samenanlage, deren Mikropyle nach unten gerichtet ist. Die Blüten sind geruchlos, von schleimig-süßlichem Geschmack.

Chemie: Die Blüten enthalten außer Schleim, der auch im Gewebe der Filamente reichlich anzutreffen ist, 0,024 % ätherisches, kristallinisch erstarrendes Öl, ferner Asparagin, Zucker und fettes Öl. Tschirch schreibt, daß der Blütenfarbstoff ein Glukosid sei, das in der Kalischmelze Protokatechusäure und Brenzkatechin liefert.

Anwendung: Als Volksheilmittel wie die vorgenannten Mittel.

20. Stockrosenblüten.

Stammpflanze: Die schleimliefernden Blüten (Flores malvae arboreae — Baummalvenblüten, Pappelrosenblüten, Stockmalvenblüten, Schwarzmalvenblüten — frz.: fleurs de rose alcée — engl.: gardenmallow flowers) stammen von *Althaea rosea* Cav. (= *Alcea rosea* L.), zur Familie der Malvaceae — Malveae gehörig. Ihre Heimat ist der Orient, jedoch trifft man sie auch wildwachsend in Italien und Griechenland. Sie wird in allen Farben und in den verschiedensten Formen als Zierpflanze in ganz Europa gezogen und auch in Mittelfranken, Württemberg, in Bayern bei Nürnberg, in Ungarn und Vorderindien kultiviert. Die Stockrose stellt eine bis drei Meter hohe, zwei- bis mehrjährige Pflanze dar, die eine weiße, schleimige Wurzel besitzt. Der Stengel ist rund und wenig verästelt. Die Blätter sind filzig, rundlich herzförmig, meist fünf- bis siebenlappig und haben behaarte Stiele. Sie besitzen breite, gespaltete Nebenblätter. Die Blüten sind einzeln oder zu mehreren achselständig, am Ende des Stengels eine lange Traube bildend. Die vom Kelch eingehüllte Frucht besteht aus 20—40 flachen, einsamigen Teilfrüchtchen, die nicht aufspringen.

Gewinnung und Handel: Nur völlig entwickelte Blüten blauschwarzer, gefüllter Formen, die im Juli gesammelt werden, dienen als Arznei- und Farbdroge. Die Hauptausfuhr geschieht aus Mittelfranken meist nach England, der Türkei und Frankreich, wo allerdings auch große Kulturen, namentlich dunkel blühender Spielarten, anzutreffen sind. In Griechenland sammelt man von der wildwachsenden Pflanze.

Beschaffenheit: Die Blüten besitzen einen 6—9spaltigen, unterseits stark behaarten mit eilanzettlichen Zipfeln versehenen Außenkelch, dessen Blätter halb so lang sind wie die fünf eiförmigen, spitzen und miteinander verwachsenen zipfligen Blätter des eigentlichen Kelches. Die Blüte hat einen Durchmesser von 5—8 cm, meist 7,5 cm, und ist von schwarzbrauner bis schwarzvioletter Farbe. Jedes der fünf Kronenblätter ist bis 5 cm breit, 4 cm lang, von diochtom verzweigten Gefäßbündeln durchzogen, geschweift-gekerbt, rundlich dreieckig oder fast verkehrt herzförmig, oben stumpf, etwas wellig, in einen durch

einzellige Haare zottigen Nagel übergehend. Die Staubblätter, die sehr zahlreich vorhanden sind, bilden mit den Nägeln der Blumenblätter und unter sich verwachsen eine Röhre; die nierenförmigen Antheren sind jedoch frei und monothecisch. Der Fruchtknoten ist rund und zusammengedrückt, behaart, 20—40fächerig, und trägt eine den Fächern entsprechende Anzahl von Griffeln, die zur halben Höhe miteinander verwachsen und länger als die Staubblätter sind.

Anatomie: Die Blätter des Außenkelchs sind unbehaart, nur an den Blatträndern treten hin und wieder einfache oder gekrümmte Haare auf. Die Epidermiszellen sind polygonal, stark verdickt, reich getüpfelt, die der Unterseite sind dünnwandig und schwach gewellt und tragen zwei- bis achtstrahlige Büschelhaare, welche einzellig, dickwandig und an ihrer Basis getüpfelt sind. Ihre Größe wechselt sehr, die kleinsten sind 0,5 mm, die größten mehrere Millimeter lang. Daneben kommen auch lange, wellig gebogene Haare vor neben mehrzelligen, kugelig-eiförmigen Drüsenhaaren. Der Stiel der letzteren ist einzellig, das Köpfchen vielzellig.

Im Mesophyll der Blätter finden sich zahlreiche einzelne oder zu Gruppen angeordnete Schleimzellen. Die Kelchblätter sind fast ebenso gebaut wie die Blätter des Außenkelchs. Die Behaarung ist auf der Außenseite noch etwas dichter. Das Mesophyll weist nicht so viele Interzellularen auf, und auch die Schleimzellen sind seltener. Kalziumoxalatdrusen finden sich zahlreich in beiden Kelchen, besonders in der unter der inneren Epidermis liegenden Zellschicht, die durch die nicht sehr zahlreiche Spaltöffnungen führende Epidermis sichtbar ist. Die Epidermis der Kronblätter besteht an den unteren Teilen aus gestreckten Zellen, an den oberen dagegen aus gewellten. In ihnen läßt sich Plasma, Zellkern und der blauschwärzlich gefärbte Zellsaft gut erkennen. Das Mesophyll führt sehr viele Schleimzellen, die so zahlreich werden können, daß man die vorhandenen Gefäßbündel in eine Schleimmasse eingebettet sieht. Am Rande der Blumenblätter stehen lange Haare.

Auch die Epidermis der Blütenstiele zeigt zahlreiche Büschelhaare neben einfachen Haargebilden. In den an die Epidermis sich anschließenden Teilen findet man einen bis zehn Zellen breiten Kollenchym-, einen schmalen Gefäßbündelring und ein großes Mark. Zwischen Gefäßbündelring und Kollenchymring liegen zahlreiche Schleimzellen, wie auch das Gewebe der Staubblätter und der Griffel zahlreiche Schleimzellen aufweist. Auch die Griffel und namentlich die Narbenschenkel sind behaart. Die Pollenkörner besitzen eine mit großen spitzen und kleineren stumpfen Stacheln besetzte Exine, an der man sehr gut zahlreiche Austrittsstellen erkennen kann.

Chemie: Die Bestandteile der Droge sind viel Schleim, Gerbstoff, Stärke und ein weinroter bis violettroter Farbstoff, das Althaeïn. Die Bestandteile der Blumenblätter sind 13% Wasser, 2,3% Rohfett, 14,3% Rohfaser, 6,56% Protein, 49,7% stickstoffreie Substanz, 4,68% stickstoffhaltige, proteinfreie Substanz, 9,28% Asche. Extrahiert man die Blumenblätter mit verdünntem Alkohol, so erhält man eine violettrote Farblösung, die mit Kalziumhydroxyd einen Bodensatz gibt. Durch Alaun wird die Lösung violett gefärbt; schüttelt man danach mit Kalziumkarbonat, so geht die Farbe in blau über. Durch Säuren wird die Lösung hellrot, durch Alkali grün. Antimonylkaliumtartrat färbt die Lösung violett, ebenso Kupfersulfatlösung. Mit Codein, Atropin, Nikotin und Brucin gibt der Farbstoff eine grüne, mit Chininsulfat eine purpurrote Färbung. Der Farbstoff liefert in der Kalischmelze Hydrochinon und Brenzkatechin. Nach Willstätter und Martin ist das Althaeïn ein Monoglukosid des Myrtillidins. Man schreibt ihm die Formel $C_{14}H_{16}O_6$ zu.

Anwendung: Die Abkochungen der Droge werden gegen Angina pectoralis, gegen Husten, zu Gurgelwässern usw. benutzt. Der Farbstoff wird als Färbemittel für Weine, Liköre und andere Genußmittel verwandt. (Vgl. Farbstoffe Nr. 60, 61.)

21. Malvenblätter und -blüten.

Stammpflanze: Die offizinellen Drogen (D. A. VI.) liefert *Malva neglecta* Wallr. (= *Malva vulgaris* Fries) und

Malva silvestris L., zur Familie Malvaceae—Malveae gehörig.

Malva neglecta Wallr. ist heimisch in Europa bis Spanien und Portugal hinunter, in Mittelasien, Syrien, Armenien, Persien und Südasien (Vorderindien). Auch in Nordafrika trifft man sie an, besonders in Algier und Marokko. Nach Nordamerika, Chile und Australien ist sie eingeschleppt worden.

Malva silvestris L. ist ebenfalls weit verbreitet, man findet sie in ganz Europa, Kleinasien, Cypern, Persien, Afghanistan, Vorderindien, ferner in Nordafrika. Adventiv kommt sie ferner in Ostasien, Nordamerika, Brasilien, Chile, Australien und Südafrika vor.

Malva neglecta Wallr. ist eine zwei- bis mehrjährige Pflanze mit langer, spindelförmiger Wurzel. Die senkrecht in die Erde gehende, weiße Hauptwurzel trägt mehrere niederliegende zum Teil auch aufrechte, nur wenig verzweigte Stengel. Die Blätter und Blüten sind kleiner als die von *Malva silvestris* und haben kurze, hinfällige Nebenblätter. Die Laubblätter sind handförmig 5—7lappig mit kurzen und abgerundeten Lappen, und haben lange behaarte Stiele. In den Achseln der Blätter stehen in gedrängten Wickeln die hellrosa bis weißen Blüten. Die Frucht wird vom Kelch und Hüllkelch eingeschlossen, ist rund und scheibenförmig, auf der Oberseite etwas eingesenkt. Die Teilfrüchte, meist 11—15, sind schwach gerunzelt, die Samen nierenförmig und fein punktiert.

Malva silvestris L. ist ebenfalls ein zwei- bis mehrjähriges Kraut, dessen wenig ästige, verzweigte Wurzel einen bis mehrere, bis 1 m hohe, aufsteigende, kräftige Stengel trägt, die behaart und kantig-abgerundet sind. Der Stengel ist unten verholzt, stark verästelt und führt ein lockeres Mark. Die Blätter sind lang gestielt, jedoch nicht so lang wie bei der vorhergehenden Pflanze, beiderseits behaart. Die unteren Blätter sind rundlich, tief siebenlappig, die oberen meist mehr spitz-siebenlappig, die obersten dagegen nur tief-fünflappig. Sie besitzen halbeiförmige, bis 7 mm lange Nebenblätter. Die in den Achseln der Blätter stehenden, zu Wickeln angeordneten Blüten sind hellpurpurrot. Die Frucht wird ebenfalls vom Kelch eingehüllt und bildet eine runde, flache Scheibe, die aus 8—11 Teilfrüchten zusammengesetzt ist. Letztere sind nierenförmig, scharfkantig, einsamig, netzig-runzelig und durch tiefe Spalten voneinander getrennt. Bei der Reife fallen sie auseinander.

a) **Folia Malvae** (Malvenblätter).

Gewinnung und Handel: Zwecks Gewinnung der Malvenblätter (frz.: feuilles de mauve — engl.: mallow leaves — ital.: foglie di malva) werden die Pflanzen in Ungarn, Belgien und zum kleinen Teil auch in Bayern in der Nähe von Schweinfurt und Nürnberg, in Thüringen und schließlich auch in Algier kultiviert. Meist sammelt man jedoch von der wildwachsenden Pflanze während der Blütezeit in den Monaten Juli bis August.

Beschaffenheit: Die Blätter von *Malva neglecta* Wallr. sind mit einem bis 27 cm langen, behaarten Stiel versehen, 3—8 cm breit, 3—5—7 fach handförmig gelappt. Die Lappen sind rund und verhältnismäßig kurz. Das Blatt selbst ist rundlich-herzförmig bis nierenförmig, am Grunde mit einem tiefen, schmalen, nierenförmigen oder fast herzförmigen Einschnitt. Der Blattrand ist ungleichmäßig gekerbt bis gesägt, mit stumpf abgerundeten, großen und breiten Zähnen. Das Blatt wird von 5—7 Hauptnerven durchzogen; in die Zähne tritt je ein kräftiger Nerv, der sich teilend mit 2—3 pinselartig verzweigten Nerven endigt. Die Blätter sind beiderseits behaart, jedoch wechselt die Behaarung mitunter sehr, am Grunde sind sie gewöhnlich stärker behaart.

Die Blätter von *Malva silvestris* L. sind größer als die von *Malva neglecta* Wallr., ungefähr 10—11 cm lang, 15—20 cm breit, rundlich-nierenförmig, vielfach am Grunde flach herzförmig und meist fünflappig. Die oberen Blätter sind jedoch dreilappig und weisen am Grunde den herzförmigen Einschnitt nicht auf, die untersten sind bis unvollkommen siebenlappig. Die einzelnen Lappen sind rundlich-stumpf, manchmal zugespitzt und kerbig gesägt. Die Zähne sind fast gleich groß. Der 5 bis 15 cm lange Blattstiel ist oben rund, unten abgeflacht und behaart. Die Behaarung des Blattes wechselt scheinbar mit dem Standort. Die Blattnervatur ist ähnlich wie bei *Malva neglecta*. Die Neben-

blätter sind 5—7 mm lang und fallen leicht ab.

Anatomie: Die obere wie untere Epidermis zeigt auf dem Querschnitt fast rechteckige bis quadratische, gestreckte Zellen, in der Aufsicht sind diese Zellen wellig verbogen. Auf beiden Seiten sieht man zahlreiche Spaltöffnungen mit 3, seltener 4 Nebenzellen. Besonders am Blattrande und den Nerven findet man Haare: die Blattfläche selbst dagegen ist weniger behaart. Es treten einzellige, spitze, borstige, etwas gekrümmte, große Haare mit kolbig verdickter Basis neben 2—6 strahligen Büschelhaaren auf. Bei *Malva neglecta* trifft man letztere vereinzelt an, bei *Malva silvestris* herrschen sie jedoch vor. An den Nerven kann man auch Köpfchenhaare mit ein- oder mehrzelligem Stiel und mehrzelligem Köpfchen feststellen.

Das Palisadenparenchym ist ein-, seltener zweischichtig, das Schwammparenchym dagegen drei- bis vierschichtig, mit ziemlich dichtliegenden Zellen; große Interzellularen sind daher nur selten anzutreffen. Im Mesophyll finden sich zahlreiche Schleimzellen, und auch einige Epidermiszellen führen Schleim. Oxalatkristalle sind sehr zahlreich vorhanden, besonders in der Nähe der Nervenbündel.

In den Hauptnerven verläuft ein kollaterales Gefäßbündel mit radial strahligem Bau. Das ganze Bündel wird von einem Kollenchymgewebe eingeschlossen.

Pulver: Das grobe Pulver zeigt fast dieselben Bestandteile wie das der Eibischblätter (vgl. S. 1887). Bemerkenswert ist jedoch, daß die Büschelhaare viel seltener sind und daß ihre Basalteile nur schwach verholzt und vor allem fast nicht getüpfelt sind. Pollenkörner sowie Uredo- und Teleutosporen von *Puccinia Malvacearum* sind ebenfalls vielfach anzutreffen.

Chemie: Der Hauptbestandteil der Droge ist Schleim und wenig Gerbstoff. Beim Verbrennen hinterlassen die Blätter 16 % Asche.

Verfälschungen: Als Verfälschungen sind die Blätter von *Malva moschata* und *Xanthium strumarium* gefunden worden.

Anwendung: Der arzneiliche Gebrauch der Malvenblätter ist ein alter, man verwandte sie vielfach als Laxans. Heute wird die Droge des Schleimes wegen nur noch ganz selten in verschiedenen Tees (Species pectoralis, Species ad gargarisma) verwendet. Sie dient als Expectorans, als reizmilderndes Mittel und zu Umschlägen.

b) **Flores Malvae** (Malvenblüten).

Gewinnung und Handel: Die völlig entwickelten Blüten von *Malva silvestris* L. (Malvenblüten, Roß- oder Käsepappelblüten — frz.: fleurs de mauve — engl.: mallow flowers — ital.: fiori di malva) werden in der Zeit vom Juli bis August von wildwachsenden und kultivierten Exemplaren gesammelt und getrocknet. Es kommen hier Bayern, Thüringen, Belgien und Ungarn in Betracht, von wo aus auch die Droge verhandelt wird. Auch Algerien führt Malvenblüten aus.

Beschaffenheit: Die Blütenstiele sind behaart und meist kürzer als die Blattstiele. Die Blüte besitzt einen Außenkelch, dessen drei freie Blätter bei *Malva silvestris* 5—6 mm lang, bei *Malva neglecta* ungefähr 5 mm lang, zugespitzt, am Rande stark behaart und längsgestreift sind. Bei *Malva silvestris* sind die Blätter des Außenkelches schmal lineal-lanzettlich und unterseits behaart. Der Kelch besteht aus 5—8 mm langen, stark behaarten, unten verwachsenen Blättern, die in dreieckigen Zipfeln endigen. Die Kelchblätter von *M. neglecta* sind den beschriebenen bis auf die zugespitzten Kelchzipfel ähnlich. Die Kronenblätter von *M. neglecta* sind kleiner als die von *M. silvestris*, erstere sind 12 bis 13 mm lang, letztere 20—25 mm.

Die fünf am Grunde verwachsenen Kronenblätter sind keilförmig bis schmal umgekehrt eiförmig, tief ausgerandet, kurz genagelt und an der Basis mit zwei dichten Haarleisten besetzt. Die hellpurpurroten, bei *M. neglecta* fast hellrosa Blütenblätter sind dunkel geadert und am Grunde mit den zu einer Röhre verwachsenen Staubblättern verwachsen. Die zahlreichen, oben freien oder gespaltenen Staubblätter sind 10—12 mm lang (bei *Malva neglecta* 6 mm lang), purpurrot bis hellrot, mehr oder weniger behaart und monothecisch. Die nierenförmigen Antheren sind quergestellt, in der Mitte angeheftet und öffnen sich durch einen Querspalt.

Der Fruchtknoten besteht bei *Malva silvestris* aus 8—11, bei *Malva neglecta* aus 11—15 Fruchtblättern; er ist scheibenförmig und flach. Der Griffel teilt sich auf halber Höhe in meist zehnfädige, violette Narbenschenkel, die anfangs in der Staubblattröhre verbleiben, später aber aus ihr heraustreten. In jedem Fach des Fruchtknotens findet sich eine anatrope Samenanlage.

Anatomie: Bei den Blättern des Außenkelches ist die starke Behaarung des Blattrandes bemerkenswert. Die Haare, die meist auf mehrzelligen Polstern sitzen, sind dickwandig, einzellig und sehr lang (bis 2 mm). Auf der Innenepidermis finden sich nur selten Haare, während diese auf der Außenseite sehr reichlich auftreten. Die Epidermiszellen der Außenseite sind geradwandig, die der Innenseite dagegen wellig, beide führen Spaltöffnungen. Das Mesophyll weist zahlreiche Interzellularen, Kalziumoxalatdrusen und Schleimzellen auf.

Die Epidermis der Kelchblätter besteht in der Aufsicht aus wellig gebogenen Zellen und führt auf der Außenseite mehr, auf der Innenseite weniger Spaltöffnungen. An Haaren finden sich auf der Außenseite die gleichen einzelligen und langen Gebilde wie bei den Hüllkelchblättern, daneben kommen jedoch Sternhaare vor, die aus 2—9 Haarstrahlen zusammengesetzt sind. Drüsenhaare mit mehrzelligem Stiel und ein- bis mehrzelligem Köpfchen sind nicht selten. Die Innenepidermis führt unregelmäßig gekrümmte, welliggebogene Wollhaare und Köpfchenhaare. Die unter der oberen Epidermis liegende Zellschicht weist zahlreiche Kalziumoxalatdrusen auf, das Mesophyll Schleimzellen.

Die wenig Zellschichten dicken Kronenblätter besitzen eine aus geradwandigen Zellen bestehende obere Epidermis und eine untere Epidermis, deren Zellwandungen wellig verbogen sind. An Haaren sind vorhanden: Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel und einzellige, dickwandige, spitz zulaufende Haare. Auch das Gewebe der Blumenblätter ist reich an Schleimzellen.

Die Staubfäden besitzen ein zartes Gefäßbündel und ferner Sternhaare. Die Schleimzellen sind gestreckt und nicht sehr zahlreich.

Die Pollenkörner sind groß, die Exine ist grobstachelig mit vielen Austrittsstellen.

Der aus vielen Karpellen zusammengesetzte Fruchtknoten besitzt in jedem Fach eine aufsteigende, anatrope Samenanlage.

Chemie: Neben dem Blütenfarbstoff enthält die Droge hauptsächlich Schleim.

Verfälschungen: Als Verfälschungen kommen wohl nur die Blüten von *Althaea rosea* Cav. in Betracht, die aber größer sind und meist einen anderen Farbton zeigen.

Anwendung: Die Droge wird nur noch sehr selten verwandt und zwar zu Gurgelwässern, Cataplasmen und als Hustenmittel.

22. Flohsamen.

Stammpflanze: Die Flohsamen, seltener Heusamen genannt, die noch in neuerer Zeit auch in Deutschland offizinell waren (Semen Psyllii, Semen Pulicariae), werden ihres hohen Schleimgehaltes wegen seit langer Zeit (vgl. Böhmer, Bd. II, S. 334) vorwiegend technisch verwandt. Sie stammen von mehreren Arten der Gattung *Plantago* — Wegerich, Familie der Plantaginaceae ab. Die weitaus größte Menge der im Handel erscheinenden Ware leitet ihre Herkunft von dem kleinen Flohsamenkraut, *Plantago Psyllium* L. (= *P. nitida* Roem. et Schult.) ab, das an den sandigen Küsten von Südeuropa, Nordafrika und des westlichen Asien verbreitet ist. Aber auch die im Aussehen sehr nahestehenden Samen von *P. ramosa* (Gilib.) Aschers. (= *P. arenaria* Waldst. et Kit. = *P. indica* L.), dem in Süd- und Mitteleuropa sowie bis zum Altai vorkommenden Sandwegerich oder Sandflohsamenkraut, sollen eine Sorte von Flohsamen bilden, wie schon Guibourt für die Ware des französischen Handels angegeben hat. Manchen Sorten findet man ferner auffallend größere Samen beigemischt, die von *P. Cynops* L. (= *P. genevensis* DC.), dem im westlichen Südeuropa (Spanien, Frankreich, Südschweiz, Italien, Niederösterreich) heimischen strauchigen Wegerich herrühren.

Eine Unterscheidung der Flohsamen nach ihrer Abstammung dürfte jedoch

keine praktische Bedeutung haben, da sie nach den Untersuchungen Hanauseks in Beziehung auf die Menge des gelieferten Schleimes und auf dessen Eigenschaften fast gar nicht verschieden sind.

Plantago Psyllium ist ein einjähriges, drüsig-weichhaariges Kraut mit verzweigtem, beblättertem Stengel und gegenständigen, sehr schmalen Blättern. Die gestielten Blütenähren stehen in den oberen Blattachseln.

Gewinnung: *Plantago Psyllium* wird in den Mittelmeergebieten Frankreichs in größerer Menge angebaut, und ebenfalls aus Südfrankreich kommt die meiste Ware in den Handel.

Morphologie: Die Samen von *P. Psyllium* sind 2—3 mm lang und 0,9 bis 1 mm breit, länglich-eiförmig bis elliptisch, etwas flach. Auf dem Rücken sind sie gewölbt, auf der Bauchseite dagegen durch Einbiegung der Längsränder tief furchig, fast ausgehöhlt. Sie besitzen eine dunkelbraune Farbe und eine lebhaft glänzende, glatte Oberfläche; einzelne Samen sind dunkler, fast schwarzbraun gefärbt. Das mittlere Gewicht beträgt nach Wiesner (Rohstoffe, 1. Aufl., S. 744) 0,95 mg. Die Samen von *Plantago ramosa* lassen sich von dem echten Flohsamen kaum unterscheiden, nur sind sie im allgemeinen kleiner und meist nur 2—2,5 mm lang. Dagegen unterscheiden sich die Samen von *P. Cynops* sowohl durch die Größe als auch durch ihre Gestalt: Sie messen durchweg 3 mm und darüber und erscheinen, da sie keine auffällige Einbiegung der Längsränder zeigen, im Querschnitt fast sichelförmig. (Vgl. auch Harz, Bd. II, S. 985 u. Wittmack 1922, S. 467.)

Die Flohsamen bestehen aus einer dünnen Samenschale, einem hornartigen Nährgewebe, das den kleinen Keimling umschließt (Abb. 12). Im Querschnitt zeigt das Nährgewebe (Endosperm) die Gestalt eines C. Die Berührungsfläche der beiden dicken Keimblätter ist senkrecht zum Rücken des Samens gestellt, was insofern von Wichtigkeit ist, als sie bei *P. media* und *P. major* parallel mit dem Rücken des Samens verläuft.

Anatomie: An der Samenschale des reifen Samens von *Plantago Psyllium* lassen sich nur zwei Zellschichten unterscheiden. Die äußere Schicht, die Epidermis der Samenschale, erscheint im Querschnitt — in Alkohol oder in sehr dickem Glyzerin beobachtet— als ein dicker, farbloser, strukturloser, stark lichtbrechender Streifen; bringt man ein Präparat in starke Kalilauge, so bemerkt man noch auf der Außenseite des Streifens eine zarte, gelbe Linie, die alsbald in Körnchen zerfällt; diese stellt die Kutikula dar. Eine Quellung tritt nicht ein. Bringt man jedoch zu dem Alkoholpräparat Wasser, so entsteht eine starke Aufquellung, die Uloth (1875) an *Plantago maritima* sehr ausführlich beschrieben hat. Der früher strukturlos erschienene Streifen differenziert sich in

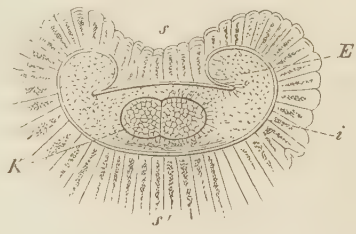


Abb. 12.
Plantago Psyllium L. Querschnitt durch einen im Wasser aufquellenden Samen (halbschematisch). *s s'* aufquellende Epidermis der Samenschale. *i* Pigmentschicht. *E* Endosperm. *K* Keimling. Vergr. 20mal. (Nach Wiesner.)

prismatische, von der Fläche gesehen fünf- bis sechsseitige Zellen, die sich in radialer Richtung strecken, an der Außenseite sich kuppenförmig emporwölben und sehr dünne, fadenförmige Radialwände zeigen. Die sekundären Membranen sind als Schleimmembranen ausgebildet, die immer mehr aufquellen, wobei zu beachten ist, daß die Aufquellung an der Außenseite anfängt. Die Schleimmasse durchbricht schließlich die Kutikula und tritt nach außen hin hervor, während die primären Radialwände und die etwas stärkeren Basalteile der Schleimzellen zurückbleiben. Eine nicht verquellende tertiäre Membran, die Uloth (1875, S. 195—196) für *P. maritima* nachgewiesen hat und die bei dem Quellungsvorgang der Schleimepidermis in das Zellinnere gepreßt wird, ist nicht vorhanden. (Über die Schleimbildung vergleiche auch Zimmermann 1887, S. 127).

Die zweite Gewebeschicht der Samenschale besteht aus Zellen, die in der Fläche gestreckt-polygonal, im Querschnitt recht-

eckig sind und dort, wo die Radialwände an die Außenmembran stoßen, emporgewölbt erscheinen. Diese Zellen sind starr und vollkommen mit einem braunen, homogenen und gegen Reagentien äußerst widerstandsfähigen Inhalt erfüllt. Sie stellen die sogenannte Pigmentschicht dar, die einreihig und nur auf der Bauchseite, wo der Funikulus entspringt, in mehreren Lagen ausgebildet ist.

Das Endosperm setzt sich aus polyedrischen, dickwandigen und ziemlich grob getüpfelten Zellen zusammen, deren Membranen nach Schellenberg (1904, S. 15) aus $^2/_3$ Hemizellulose und $^1/_3$ Zellulose bestehen. Die äußerste Zellage wird aus radial gestreckten Elementen gebildet, die palisadenartigen Charakter haben und im Querschnitt den Endospermzellen der Dattel ähnlich sehen. Die darunter liegenden Zellschichten sind dagegen tangential abgeplattet und undeutlich konturiert. Ihr Inhalt besteht nur aus kleinen, runden Aleuronkörnern. Schellenberg (1904, S. 9) gibt als Inhalt der Endospermzellen von *Plantago*-Arten »reichlich Eiweißstoffe sowohl in Form von kleinen Kristallen oder Globoiden, als auch in Form eines kleinkörnigen Niederschlages« an. Im reifen Samen fehlt Stärke vollkommen.

Kalilauge färbt die Pigmentschicht purpurbraun, den Inhalt der Endospermzellen grüngelb, den Keimling gelb.

Chemie: Der Flohsamenschleim ist nach den Angaben von Kirchner (1874) und denen von Kirchner u. Tollens (1874, S. 502; und 1875, S. 205) in Alkohol unlöslich und kann mit diesem aus Wasser in Form einer weißen Masse niedergeschlagen werden. Durch Jod, Chlorzinkjod sowie Jod und Schwefelsäure wird er nicht gefärbt, doch tritt nach Kirchner und Tollens mitunter braunviolette Färbung auf, die wahrscheinlich von dem Grade der Samenreife bzw. der Verschleimung abhängt. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure geht er in Traubenzucker über. Die von den Samen gewonnene Schleimmenge wird sehr verschieden angegeben, was wahrscheinlich mit der Darstellungsweise zusammenhängt. Wiegand (1887, S. 317) bezeichnet den Schleim als Bassorin und gibt die Menge mit 15 % an; Uloth hat nur 0,3 % gefunden. Die Elementaranalyse führt nach Tollens (1898, Bd. I, S. 226) zur Formel $C_{36}H_{58}O_{29}$ oder $6\,(C_6H_{10}O_5) - H_2O$, nach Fiehe (1904, S. 38) zur Formel $(C_5H_8O_4)_9 \cdot C_6H_{10}O_5$. Nach Fiehe zeigt der Schleimkörper neutrale Reaktion, enthält etwa 2,64 % Zellulose und liefert mit Salzsäure erhitzt reichliche Mengen Furfurol und mit Salpetersäure keine oder nur geringe Mengen Schleimsäure. Bei der Hydrolyse des Schleimes entstehen Xylose und Arabinose in großer, Dextrose und Galaktose in geringerer Menge (nach Bauer 1888, S. 140; und Hilger und Rothenfusser 1902, S. 1841). Er ist als eine Verbindung von Pentanen und Hexanen aufzufassen, gibt bei unvollkommener Hydrolyse ein sauer reagierendes, ebenfalls aus Pentanen und Hexanen bestehendes Zwischenprodukt zwischen Schleim und Zucker, dessen Zusammensetzung durch die Formel $(C_{26}H_{44}O_{22})x$ ausgedrückt werden kann. — Flohsamen enthalten außerdem das Glukosid Aucubin und nach Bourdier (1907, S. 254) die Enzyme Invertin und Emulsin.

Anwendung: Der Flohsamenschleim findet technisch Verwendung als Appreturmittel für Seidenstoffe und Musseline, zum Steifmachen verschiedener Gewebe, zum Glänzendmachen von gefärbtem Papier, sowie als Verdickungsmittel in der Zeugdruckerei.

Medizinisch stellt er ein Volksheilmittel dar und wird innerlich bei Diarrhöe, äußerlich gegen Rheumatismus benützt.

23. Ispaghul-Samen.

Stammpflanze: Die in Indien in hohem Ansehen stehenden und offizinellen (vgl. Pharmacopoea of India, 1868) Ispaghul-Samen — off.: Semen Ispaghulae; deutsch: Indische Flohsamen; engl.: spogel seeds, ispaghul seeds — stammen von *Plantago ovata* Forsk. (= *P. decumbens* Forsk. = *P. Ispaghula* Roxb. = *P. lanata* Wall.), der von Nordwest-Indien (Punjab, Sind) durch Belutchistan, Afghanistan, Persien, Arabien und Ägypten bis nach Spanien und den Kanarischen Inseln verbreitet ist. Es führt in Indien die Namen Isubgol, Isabgul, Spungar, Esopgol usw., in Persien die Bezeichnung Ispaghul (d. h. Pferdeohr), während die Araber ihn bazregatúná nennen.

Plantago ovata ist ein einjähriges, sehr verschieden hohes und im Höchstfalle 30 cm erreichendes Kraut mit grundständigen, schmalen, lineal-lanzettlichen, fast kahlen oder mehr oder weniger behaarten Blättern. Der Blütenschaft ist länger oder kürzer als die Blätter und trägt am Ende die kugelige (1,5 cm) bis zylindrische (3 cm lange) Blütenähre. Abbildung siehe bei Kirtikar and Basu (1918, Tfl. 782 *A*).

Beschaffenheit der Samen: Die sehr kleinen, ovalen Ispaghul-Samen, die von Flückiger and Hanbury (1879, S. 490) sowie von Hartwich (1897, S. 266) näher beschrieben werden, sind 3 mm lang und 1,5 mm breit und wiegen nur etwa 1,8 mg. Auf ihrer Rückenseite sind sie gewölbt, auf der Bauchseite dagegen von den beiden Längsseiten her schiffchenförmig eingebogen, wobei sich in der Mitte der so gebildeten Rinne die kleine Chalaza befindet. Die Farbe der Samen ist matt graubraun oder matt rötlichgrau; auf ihrem Rücken befindet sich ein länglich ovaler, lebhaft rotbrauner Fleck, der wohl von dem hier direkt an die ziemlich durchsichtige Samenschale anstoßenden und daher durchscheinenden Keimling herrührt.

Gewinnung: Die Samen werden, wie Th. Cooke (Flora of the Precidency of Bombay II [1906], S. 478) angibt, in großen Mengen von Persien nach Bombay importiert. Ob sie auch im Punjab (westlich des Sutley Flusses) und dem Gebiet von Peshawar, wo die Pflanzen nach Stewart (Punjab plants [Lahore 1869], S. 174) und Bamber (Plants of the Punjab [Lahore 1916], S. 426), von der Ebene bis zur Höhe von 600 m sehr häufig sind, gesammelt werden, steht nicht fest. Dagegen sollen sie — allerdings in geringem Maße — in Bengalen, Mysore und an der Koromandel-Küste kultiviert werden. Vgl. Watt (Bd. VI, 1 [1892], S. 286).

Anatomie: Der anatomische Bau der Ispaghul-Samen weist keine wesentlichen Abweichungen von denen von *Plantago Psyllium* auf. Die Epidermis der Samenschale stellt eine Schleimepidermis dar, bei der die sekundären Membranen beim schwachen Aufquellen (in Glyzerin!) zunächst eine zarte Schichtung erkennen lassen. Die basalen Teile dieser Schleimzellen bleiben nach dem Verquellen des Schleimes als farblose, stark lichtbrechende Membranen zurück und gleichen in der Aufsicht einem spitzmaschigen Flechtwerk. Die innere Schicht der Samenschale stellt sich als ein schmaler, auf dem Rücken der Samen nur 70 μ breiter, bräunlicher Streifen dar, dessen Zellen wenig deutlich sind und einen besonderen Farbstoffkörper (im Gegensatz zu *Plantago Psyllium!*) nicht nachweisen lassen. Die Samenschale umgibt das aus dickwandigen und reichlich Eiweiß führenden Zellen bestehende Endosperm, in dem der kleine Embryo liegt. Die Zellen der Kotyledonen sind kleiner und dünnwandig und enthalten Aleuronkörner und fettes Öl.

Mit Chlorzinkjod wird die Schleimepidermis blaßblau, die Membranen der Endospermzellen werden dagegen dunkelblau gefärbt. Gibt man dem Alkoholpräparat Jodjodkalium hinzu, so beginnen die Zellen unter Bildung von kuppenartig gewölbten Schleimkappen zu quellen, von denen eine mittlere bedeutend stärker ist als die übrigen.

Chemie: Die Samen haben weder Geruch noch Geschmack. Ihre Schleimabscheidung ist nach Flückiger and Hanbury (1879, S. 491) so reichlich, daß ein Teil Samen und 20 Teile Wasser noch eine dicke Gallerte ergeben. Der Schleim wird weder durch Alkohol, Borax oder Eisenchlorid gefällt, noch durch Jod gefärbt.

Anwendung: Die Droge, der wertvolle medizinische Eigenschaften zugeschrieben werden, steht bei den Indern in hohem Ansehen, in Europa dagegen kommt sie gelegentlich zwar auch auf den Markt, hat aber hier — wenigstens bisher — wenig Anklang gefunden.

Innerlich wird ein heißer Schleimauszug unter Zusatz von Zucker vor allem bei Reizungen des Darmkanals, bei Dysentherie, Diarrhöe und chronischen Darmkatarrhen verwandt; auch die gerösteten Samen sollen eine stopfende Wirkung haben und werden besonders für Kinder empfohlen. Eine Abkochung dient als Mittel gegen Husten und Katarrhe. Äußerlich werden die Samen ferner zu erweichenden und kühlenden Umschlägen benutzt. Den zerkleinerten und mit Essig

und Öl versetzten Samen wird eine Heilwirkung bei Rheumatismus und Gicht zugeschrieben. Eine leichte Erwärmung soll die adstringierende und tonische Wirkung der Ispaghul-Samen verstärken. (Näheres vgl. man bei Watt, Bd. IV, 1 [1892], S. 286.)

Anhang: Nach den Angaben von Stewart (Punjab plants [Lahore, 1869], S. 174) und Dymock (Mat. Med. W. Ind. 2. edit., S. 650) werden in Indien auch die Samen des in ganz Europa sowie in Nord- und Mittelasien verbreiteten *Plantago maior* L. (= *P. asiatica* L.), der von den Indern Luhuriza, von den Arabern und Pesern lisan-el-hamal genannt wird, als Mucilaginosum verwendet. Sie enthalten 18,8% Rohprotein, 19% Rohfaser, 9,8% Fett, 5% Aschenbestandteile, 8,25% Wasser (vgl. König, Bd. I [1903], S. 791).

Den Samen, die ebenfalls aus Persien eingeführt werden sollen, werden dieselben Eigenschaften zugeschrieben wie denen von *P. ovata,* sie gelten als ein wirksames Heilmittel bei Ruhranfällen, als Reiz- und stärkendes Mittel. Siehe auch Kirtikar and Basu (1918, Bd. II, S. 1049).

III. Die Inhaltsschleime.

24. Salepknollen.

Stammpflanze: Die im D. A. VI., der Ph. Helv. IV und Ph. Austr. VIII offizinellen Salepknollen (Tubera Salep, Radix Salep) sind die jungen Wurzelknollen einer großen Zahl von Orchideen, und zwar kommen, je nach den Ländern, in denen die Droge gesammelt wird, verschiedene Arten als Stammpflanzen in Betracht.

In Deutschland und den übrigen Teilen Mitteleuropas werden hauptsächlich *Orchis mascula* L. (= *O. ovalis* Schmidt), *O. militaris* L. (= *O. Rivini* Gouan = *O. galeata* Lam. = *O. mimusops* Thuill.), *O. Morio* L. (= *O. crenulatus* Gilib.), *O. ustulata* L., *O. purpurea* Huds. (= *O. fusca* Jacq.), *O. latifolia* L. (= *O. comosus* Scop.), ferner *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. (= *Orchis pyramidalis* L. = *O. bicornis* Gilib.), *Gymnadenia conopea* R. Br., *Platanthera bifolia* (L.) Rich. benutzt; daneben in geringerem Maße noch viele andere Arten aus den Gattungen *Orchis, Ophrys* und *Gymnadenia.*

Auf der Balkanhalbinsel wird *Orchis Morio* L. und *O. mascula* L. ebenfalls gesammelt, außerdem *O. saccifera* Brong., *O. coriophora* L. (= *P. cimicina* Crantz), *O. longicruris* Link, *O. papilionacea* L. und andere Arten.

In Persien sind es die auch bei uns vorkommenden *Orchis latifolia* L. und *O. laxiflora* Lam. (= *O. ensifolia* Vill. = *O. paluster* Döll.), die Salep liefern.

Die großen Knollen des in Nordindien und den angrenzenden Teilen von Afghanistan, Belutschistan und der Buchara gesammelten Salep sollen in der Hauptsache das Produkt mehrerer *Eulophia*-Arten sein: *E. campestris* Wall., *E. nuda* Lindl. und *E. virens* Spreng. (vgl. Watt [1890, Vol. III, S. 290]; Kirtikar and Basu 1918, S. 1241). In Südindien werden verschiedene *Habenaria*-Arten verwendet.

Bezüglich des Aussehens und der morphologischen Verhältnisse dieser Salep-Stammpflanzen vergleiche man Engler-Prantl (1889, Bd. II, 6), sowie die einschlägigen Floren, für Mitteleuropa, vor allem Reichenbach (1851, Bd. XIII), Aschersonund Graebner (1907, Bd. 3, S. 612) und Hegi (Bd. II, S. 321 usw.).

Gewinnung: Während in Deutschland früher das Sammeln der Salep-Knollen weiter verbreitet war, geschieht dies jetzt nur noch in der Rhön, im Taunus und Odenwald. Auch in Frankreich ist das Sammeln zurückgegangen. Die im Handel befindliche Ware stammt in der Hauptsache von der Balkanhalbinsel (Mazedonien, Thessalien) und aus Kleinasien (im Südwesten bei Mersina, Milas und Mugla; im Norden bei Angora und Kastamuni). In Persien wird der »sálab« im Nordosten in der Gegend von Meschhed, die beste Sorte aber im südwestlichen Teil auf dem Idjerûdplateau bei Zándjân gewonnen. Beträchtliche Mengen liefert außerdem Afghanistan, Belutschistan und Buchara, geringe Mengen der Pandschab, Kaschmir und Lahoul. Angeblich sollen auch die Nilgiri-Hills und Ceylon Indien mit der Droge versorgen.

Während oder unmittelbar nach der Blütezeit werden die jungen Tochterknol-

len von den Mutterpflanzen abgenommen und von den Wurzeln und den anhaftenden Erdeteilchen durch Reiben zwischen groben Tüchern befreit und gereinigt. Dann werden sie in heißem Wasser abgebrüht und schließlich an der Luft oder bei künstlicher Wärme getrocknet, zu welchem Zwecke sie häufig auf Fäden gereiht werden.

Handel und Handelssorten: Nach ihrer Herkunft unterscheidet man im Handel in der Hauptsache folgende Sorten:

1. Der deutsche Salep (Salep germanicum), der sich durch verhältnismäßig kleine Wurzelknollen auszeichnet, kommt heute für den Großhandel nicht mehr in Betracht.

2. Der Levantiner Salep (Salep levantinum) (Mazedonien, Thessalien), gelangt direkt oder über Saloniki nach Konstantinopel, das seit Ende des 19. Jahrhunderts den Hauptausfuhrhafen von Salep darstellt.

3. Der anatolische Salep wird zum Teil nach Smyrna, zum Teil nach Konstantinopel gebracht. Die letzten beiden Sorten bilden den Hauptbestandteil der in Europa im Handel befindlichen Ware.

4. Der persische Salep wird über Buschir zur See hauptsächlich nach Bombay ausgeführt; nur geringe Mengen gelangen nach Europa.

5. Der indische Salep besteht in der Hauptsache aus großen Knollen. In den indischen Bazaren wird er als »Lahore salep« oder »mankand« bezeichnet. — Nicht zu verwechseln ist damit der sogenannte Badsha- oder Royal-Salep (Padischal-Salep, Radja-Salep, Königs-Salep), der wohl aus den Zwiebeln von *Allium Macleanii* Baker besteht. Vgl. hierüber Aitchison (1889, S. 149).

Beschaffenheit: An den blühenden Pflanzen finden sich zwei Knollen (Abb. 13, *J, K, L*), von denen die eine bräunlich, weich, runzelig und schwammig ist und die alte Mutterknolle darstellt, die den oberirdischen Teil der Pflanze hervorgebracht hat. Die andere dagegen hat sich als Seitenknospe an der Mutterknolle gebildet, ist hell, fest, glatt und fleischig und wird als Tochterknolle bezeichnet. Sie trägt am Scheitel eine kleine Knospe und bildet den Grundstock für die im nächsten Vegetationsjahre zur Entwicklung kommende Pflanze.

Nur diese jungen Wurzelknollen werden für die Droge verwandt. Sie sind entweder ungeteilt (Abb. 13 *J*) und dann kugelig bis birnförmig gestaltet oder aber handförmig geteilt (Abb. 13 *L*), von sehr verschiedener Größe. Vorwiegend die ersteren sind bei uns im Handel. Die von den äußeren Schichten (s. u.) befreiten Knollen haben eine graubräunliche oder gelbliche Farbe und eine hornartige Konsistenz, sie zeigen am Scheitel das zusammengeschrumpfte Knöspchen oder, wenn dieses beim Abreiben entfernt wurde, eine kleine Narbe.

Die getrockneten Knollen sind geruchlos und haben einen stark schleimigen, etwas bitteren Geschmack.

Anatomie: Das Hautgewebe der Salepknollen ist in Form einer Schicht tafelförmiger, verkorkter Zellen ausgebildet, an denen häufig noch Wurzelhaare zu finden sind. Darunter liegt eine schmale Rindenschicht und dann eine verkorkte Endodermis. Der übrige Teil der Knolle besteht aus dem parenchymatischen Speichergewebe, dessen Zellen dünnwandig und mit meist verhältnismäßig großen Stärkekörnern angefüllt sind. Die Gestalt und die Größe ist bei den einzelnen Orchideen-Arten verschieden. In dem Parenchymgewebe eingebettet, besonders an der Peripherie, liegen eine Anzahl kleiner, von einer Endodermis umschlossener Gefäßbündel. Außerdem finden sich hier um die Gefäßbündel kranzförmig gelagert und sonst über den Querschnitt unregelmäßig verteilt, zahlreiche große, rundliche Schleimzellen. Ihre Größe beträgt bis zu 0,7 mm, durchschnittlich 0,25—0,35 mm. Sie sind vollkommen mit einer homogenen Schleimmasse angefüllt, in der häufig noch ein kleines Raphidenbündel eingebettet liegt.

Dieser Schleim ist kein Membranschleim, sondern nach den Untersuchungen Hartwichs (1890) ein sogenannter Inhaltsschleim und stellt einen Reservestoff dar. Seine Entstehung, die von A. Meyer (1885, 1886), Kohl (1899), Hartwich (1890), Birger (1907) und anderen untersucht worden ist, geht so

vor sich, daß in den Zellen, in denen sich Stärke befindet, zunächst um das Raphidenbündel herum ein Schleimmantel abgelagert wird. Dieser vergrößert sich immer mehr auf Kosten der Stärke, füllt schließlich den ganzen Zellraum aus und drückt dabei das Protoplasma nebst Kern an die Zellwand an. Die Raphidennadeln werden dabei häufig aufgelöst, während die Stärke vollkommen in Schleim umgewandelt wird. — Von den Farbreaktionen des Schleimes ist hervorzuheben, daß er sich mit Jod und Schwefelsäure gelb färbt, mit Eosin rosa, mit Kongorot orange, demnach zu den »echten Schleimen« (s. o.) zu zählen ist.

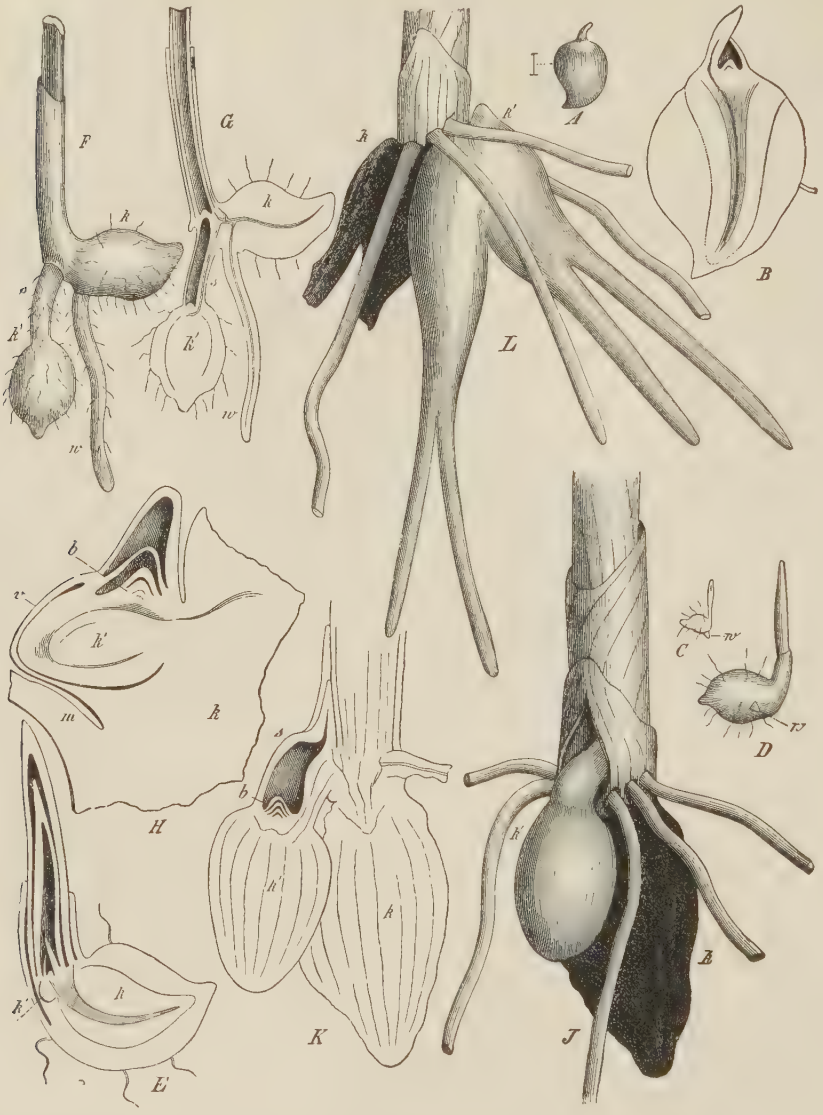


Abb. 13.
Orchis militaris L. — *A* junge Keimpflanze nach der Blüte. — *B* stärker vergrößerter Längsschnitt dadurch. — *C, D* ältere Keimpflanzen mit hervortretender Wurzel. — *E* Längsschnitt durch eine solche Keimpflanze. — *F, G* Keimpflanze im nächsten Frühjahr. — *H* Anlage der Tochterknolle an der erwachsenen Pflanze. — *J* Basis einer erwachsenen Pflanze im Sommer. — *K* Längsschnitt dadurch.
Orchis latifolia L. — *L* Basis einer erwachsenen Pflanze.
(*A—H* nach Irmisch, *J—L* nach Luerssen.)

In der Droge sind die äußeren Partien der Wurzelknollen einschließlich der Endodermis meist durch Abreiben entfernt worden; außerdem ist die Stärke durch das Abbrühen verquollen, so daß in den Zellumina nur noch ein Kleisterballen zu sehen ist, der sich mit Jod violett bis rotbräunlich färbt. Aus demselben Grunde sind auch sonst die anatomischen Verhältnisse in den gebrühten Knollen schlecht zu erkennen.

Pulver: Das weißliche oder gelblichweiße, feine Pulver besteht in der Hauptsache aus den Bruchstücken oder den mehr oder weniger vollständig erhaltenen und dann mit verkleisterter Stärke angefüllten Zellen des dünnwandigen Parenchymgewebes, aus den farblosen, kleineren oder größeren Bruchstücken der Schleimballen und Schleimzellen und aus den mehr oder weniger stark zertrümmerten und mit Jod sich violett färbenden Kleisterballen.

Alle diese Elemente sind für das Salep-Pulver sehr charakteristisch. Seltener finden sich darin Raphidenbündel oder einzelne Nadeln, ferner Bruchstücke der englumigen Ring- oder Netzgefäße, sowie die gelblichen und an den ausgesprochen polygonalen Zellen kenntlichen Gewebestücken der Hautschicht (Chloralhydrat-Präparat!). Bastfasern sind in dem Pulver nicht vorhanden.

In Glyzerin quellen die Schleimballen nicht auf und erscheinen ebenso wie im Alkohol-Präparat als helle Schollen. Bei Zufügung einer sehr geringen Menge wässriger Lösung von Bismarckbraun tritt an den Wänden der Parenchymzellen ein feines polygonales Maschenwerk von anhängendem Protoplasma hervor (vgl. auch Koch, Bd. II, Taf. XI.)

Chemie: Dragendorff's (1865) Analyse des Salep ergab 48,14 % Schleim, 27,3 % Stärke, 5 % Eiweiß und Albuminate, 2,43% Zellulose, 1,21% Zucker, 0,44 % Fett, 8,5 % Wasser, 2,1 % (nach andern Angaben 1,5—3%) Aschenbestandteile, Spuren von Weinsäure.

Der Schleim, auch Salepbassorin genannt, ergibt bei der Hydrolyse nach Gans und Tollens (1888, S. 256) Dextrin, Mannose und Glukose, aber nicht Galaktose oder Arabinose, nach Hilger (1903, S. 3198) schließlich nur Mannose. Bei Behandlung mit Salpetersäure entsteht keine Schleimsäure, sondern Oxalsäure. Die Oxydation mit H_2O_2 liefert Formaldehyd, Ameisensäure, Kohlensäure, d-Mannozuckersäure und d-Trioxyglutarsäure. Der Schleim wird mit Chlorzinkjod gelb gefärbt und quillt in Kupferoxydammoniak nur auf. Die Ansichten über die Natur des Schleimes sind sehr geteilt; so hält Giraud ihn für ein Umwandlungsprodukt der Stärke, Schmidt (1844) für ein Übergangsprodukt von Gummi zu Zellulose, Frank (1866, S. 179) für eine Modifikation der Zellulose selbst. (Vgl. auch Thamm 1903.)

Prüfung und Verfälschungen: Das Pulver muß mit 50 Teilen Wasser gekocht einen Schleim ergeben, der nach dem Erkalten ziemlich steif ist und durch Jod blau gefärbt wird.

Von Verfälschungen sind bisher öfters die Zwiebeln der Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale,* gefunden worden, die aber ein ganz anderes Aussehen haben, bitterlich-scharf schmecken, keinen Schleim ergeben und unverquollene, regelmäßig zusammengesetzte Stärke enthalten. Auch Beimengungen von Weizenstärke sind öfters angetroffen worden.

Derartige Verfälschungen sind auch im Pulver leicht nachzuweisen, da ja unverquollene Stärke nicht vorkommen darf. Auch dürfen keinerlei mechanische Elemente vorhanden sein.

Verwendung: Die Salepknollen waren schon bei den alten Griechen und im Mittelalter als Aphrodisiacum bekannt und wurden auch sonst in mancherlei Beziehung zum Geschlechtsleben gebracht. Auch noch heute werden sie im Volke, besonders im Orient, als Aphrodisiacum angesehen.

In der Medizin dient die Droge als Mucilaginosum und wird so innerlich in verschiedener Form als reizmilderndes und einhüllendes Mittel bei Diarrhöen und Darmkatarrhen, vor allem bei Kindern, verwendet. Ferner wird sie zu Klystieren benutzt und als deckendes, reizmilderndes Mittel (Unna's Salepbassorinfirniß). Ebenso werden verschiedene Nährmittel damit hergestellt. Im Orient bereitet man daraus ein Getränk, das vor

allem im Winter viel genossen wird. Die Inder sollen das Saleppulver auch viel zur Herstellung von Süßigkeiten benutzen.

In der Technik ist es wohl nur gelegentlich als Appreturmittel in Anwendung.

25. Huflattichblätter.

Stammpflanze: Die offizinellen (D. A. VI.; Pharm. Austr. VIII) Huflattich-

Abb. 14.
Tussilago Farfara L. (Aus Baillon.)

blätter, auch als Eselshufblätter, Hustenblätter, Roßhufblätter bezeichnet (off.: Folia Farfarae, Folia Tussilaginis — frz.: feuilles de tussilage ou de pas d'âne — engl.: coltsfood leaves) stammen von der zu der Familie der Compositae—Tubuliflorae gehörenden *Tussilago Farfara* L., die in der ganzen nördlich gemäßigten Zone von Europa und Nord- und Mittelasien heimisch und auf tonigem und lehmigem Boden (Bachufern, Dämmen usw.) häufig anzutreffen ist; in Nordamerika hat sie sich völlig eingebürgert.

Der Huflattich ist ein ausdauerndes Kraut mit unterirdischem, kriechendem Rhizom und entwickelt seine goldgelben Blüten bereits im zeitigen Frühjahr, Februar bis April, vor der Entfaltung der grundständigen Laubblätter.

Gewinnung: Die Blätter werden im Juni und Juli an den natürlichen Standorten der Pflanze gesammelt und darauf getrocknet, wobei sie $^4/_5$ ihrer Masse verlieren und sehr brüchig werden.

Morphologie: Die Stiele der Blätter sind auf der Oberseite rinnig vertieft und erreichen eine Länge von 10 cm. Die rundlich-herzförmige und handnervige, ziemlich dicke Blattspreite ist buchtig-eckig und hat einen Durchmesser von etwa 8—15 cm; ihr Rand ist ungleich gezähnt, wobei die einzelnen Blattzähne knorpelig ausgebildet sind. Die Blattoberseite ist kahl, die Unterseite dagegen durch lange Haare schmutzig-weißfilzig. Die Nervatur ist grob und läßt sich auch noch in den feinsten Verzweigungen infolge Einsenkung der dazwischenliegenden Partien der Blattoberseite erkennen.

Anatomie: Von den Epidermen des Blattes ist die obere geradwandig, die untere dagegen an den Seitenwänden stark gewellt; Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten, jedoch sind sie unterseits zahlreicher und liegen hier in Gruppen beieinander. Das Palisadenparenchym besteht aus drei Zellschichten und fällt durch die reichlichen Interzellularen auf. Von dem Schwammparenchym liegen nur die Zellen der zwei direkt unter den Palisadenzellen befindlichen Schichten enger zusammen; der übrige Teil ist außerordentlich locker gebaut, indem durch einschichtige, senkrecht zur Blattfläche gestellte Zellpfeiler riesige, mehr oder weniger regelmäßig sechsseitige, wabenartige Luftkammern gebildet werden, die nur durch kleine Öffnungen miteinander in Verbindung stehen. In dem inulinhaltigen Mesophyll finden sich nur wenig Kalziumoxalat-Einzellkristalle. Die langen Filzhaare der Blattunterseite bestehen aus 3—6 verhältnismäßig kurzen Basalzellen und aus einer sehr langen, peitschenförmig hin und hergebogenen sowie etwas schmaleren, aber dickwandigeren Endzelle. (Vergleiche auch Tschirch, Handb. II, 2 [1917], S. 1613).

Der Schleim befindet sich, wenn die bisherigen Angaben den Tatsachen entsprechen, in dem Lumen der Zellen des Blattes und der Blattstiele und ist hier als körniger Niederschlag durch Alkohol auszufällen. Es scheint also hier kein Membranschleim vorzuliegen.

Das Pulver besteht aus den angegebenen Elementen des Blattes und ist an den charakteristischen Peitschenhaaren, deren Endzelle häufig noch vollkommen intakt geblieben ist, leicht zu erkennen. Es enthält außerdem die Sphärokristalle des Inulins.

Inhaltsstoffe: In der geruchlosen Droge sind außer dem Schleim und geringen Mengen ätherischen Öles noch 6,2 % Eiweißstoffe, ferner Inulin (Prantl, 1870, S. 61), Gallussäure und Dextrin nachgewiesen worden. Die Mineralbestandteile werden (von Bondurant, 1887, S. 340) auf 17 % angegeben. Der schwach bitterliche Geschmack ist auf einen glukosidischen Bitterstoff (etwa 2,6 %) zurückzuführen.

Verfälschungen: Öfters werden Blätter nahe verwandter Gattungen als Folia Farfarae in den Handel gebracht, doch ist die Feststellung derartiger Verfälschungen im Pulver kaum möglich. In Betracht kommen die Blätter von *Petasites officinalis* Moench. und von *Petasites tomentosus* DC. Sie unterscheiden sich vom Huflattich durch den nierenförmig ausgebildeten Blattgrund, in anatomischer Beziehung durch das Vorhandensein von nur zwei Palisadenzellreihen, durch die unregelmäßigeren und niedrigeren Luftkammern des Schwammparenchyms, sowie durch geringe Unterschiede in der Struktur der Filzhaare. Ferner kommen öfters Verfälschungen mit *Lappa*-Arten vor, deren Blätter aber auf der Oberseite flaumig behaart sind und auf ihrer Unterseite eine stark hervortretende Nervatur zeigen; sie haben nur eine einzige Schicht Palisadenzellen und ein normal ausgebildetes Schwammparenchym.

Anwendung: Die Droge findet auf Grund ihres Schleimgehaltes als Hustenmittel (wohl nur in der Volksmedizin) Verwendung und hat außerdem adstringierende Wirkung.

Anhang:

26. »Varec« oder »Kelp«.

Vorzugsweise in Schottland, Irland und Jütland sowie an der Westküste von Frankreich (Normandie) und Spanien verarbeitet man teils die vom Meere ausgeworfenen, teils besonders eingesammelte Tange zu Asche, die ursprünglich als Rohmaterial für die Herstellung von Soda, später insbesondere zur Gewinnung von Jod verwandt wurde. Auch in Japan, vor allem an den felsigen Küsten der Insel Yesso (Miyabe, 1906) wird aus gewissen Meeresalgen das darin enthaltene Jod gewonnen.

In Frankreich nennt man die Tangasche »varec« oder »varech«, in England und den übrigen Produktionsländern dagegen »kelp«. Gegenwärtig besitzt die Tangasche als Handelsartikel eine weitaus geringere Bedeutung, als vor der Erfindung des Leblanc'schen Verfahrens der Sodagewinnung und vor Erschließung der an Jodaten reichen Natronsalpeterlager (Jodgehalt im Durchschnitt 0,05 %) in Chile und Peru, sowie der Staßfurter Abraumsalze. Die beiden letzteren haben die Bedeutung der Meeresalgen als Rohmaterial für Jod und Kalisalze nahezu vernichtet. Es erscheint indes bei dem großen, in neuerer Zeit wieder gesteigerten Jodverbrauch zu Heilzwecken und in der chemischen Industrie (Teerfarbenfabrikation, Jodpräparate) nicht ausgeschlossen, daß man über kurz oder lang die Tange in erhöhtem Maße zur Jodgewinnung heranziehen wird. Namentlich in Frankreich ist man bestrebt, diesen Industriezweig zu heben.

An den atlantischen Küsten Europas kommen besonders verschiedene *Laminaria*-Arten in Betracht, in geringerem Maße auch *Fucus*-Arten; in Japan außer dort vorkommenden Laminarien noch eine größere Anzahl Arten aus den Gattungen *Eclonia, Sargassum, Arthrothamnus* und *Cystophyllum*.

Das Jod, das bei den Laminarien in der Hauptsache in organischer Verbindung vorkommt, wurde im Jahre 1813 durch Courtois zum ersten Male in Meeresalgen nachgewiesen. Der Jodgehalt ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Von Standford (1884), Davidson

(1906) u. a. sind folgende Werte (in Prozenten der Trockensubstanz) angegeben worden:

Laminaria digitata (Stamm)	0,4535
„ „ (Laub)	0,2945
„ *saccharina*	0,2794
„ *stenophylla* (Stamm)	0,4028
„ „ (Laub)	0,4777
„ *bulbosa*	0,1966
„ *japonica*	0,106
„ *religiosa*	0,127
„ *longissima*	0,173
„ *angustata*	0,180
Fucus serratus	0,0856
„ *nodosus*	0,0572
„ *vesiculosus*	0,0297
Ecklonia cava (Stengel)	0,1483
„ „ (Laub)	0,00177
„ *bicyclis*	0,00028
Arthrothamnus bifidus	0,223

Diese Zahlen können nur eine ungefähre Vorstellung geben, denn es wurde konstatiert, daß sich der Jodgehalt der Tange mit der Jahreszeit ändert; das Maximum wird im Winter, das Minimum im Sommer (Juni, Juli, August) erreicht (Davidson 1906, S. 346; Freundler 1924). Über den Jodnachweis vergleiche man unter anderem die Arbeiten von Flückiger (1887), Jones (1884) und Tunmann (1907).

Für den rationellen Betrieb ist von besonderer Wichtigkeit, daß, wie Pellieux gefunden hat, der Jodgehalt der Treibalgen beim Verbleiben im Meer sehr rasch abnimmt. In zwei Tagen kann er auf 59 %, in 10 Tagen auf 7 % des ursprünglichen Gehaltes herabsinken. Daraus ergibt sich unmittelbar, daß es für die Industrie von Vorteil ist, die Tange direkt zu ernten. Sie werden daher von eigens ausgerüsteten Fahrzeugen mittels auf langen Stangen horizontal befestigter Sicheln geschnitten (daher »Schnittalgen«) und dann sofort aufgesammelt. Aus 22 Tonnen Tang wird durchschnittlich 1 Tonne Kelp gewonnen. Da bei der Veraschung der Tange in Gruben, wie es die Varecbrenner zu tun pflegen, große Jodverluste sich ergeben, war man bemüht, diese durch Einführung der Verkohlung in geschlossenen Gefäßen und durch andere Verfahren zu beheben. Die besten Resultate scheint die Methode von Pellieux und Mazé-Lannay ergeben zu haben. Sie beruht auf der Verarbeitung von Schnittalgen. Zur Trocknung der Tange dienen drei terrassenartige Erhöhungen. Die beiden unteren sind mit Zement belegt. Auf der obersten Terrasse beläßt man die Algen 4—5 Tage zum Abtropfen und oberflächlichen Trocknen. Auf der zweiten Etage läßt man sie in Gärung kommen, dabei entlassen sie eine Menge Flüssigkeit von einem im Vergleich zu den getrockneten Tangen höheren Jodgehalt. Diese Flüssigkeit wird daher gesammelt und abgedampft. Der Abdampfungsrückstand gelangt schließlich mit den auf der untersten Terrasse vollständig getrockneten Tangen zwecks Veraschung in den Kalzinierofen.

Über die Darstellung von Jod aus den Laugen siehe den Artikel Jod von K. Thümmel und G. Kaßner in Realenzyklopädie (1906, Bd. VII, S. 76).

Zur Beurteilung des technischen Wertes mögen die von E. Allazy an frischem, bretagnischem Varec durchgeführten Jodbestimmungen dienen. Danach sind in 1000 kg Varec enthalten bei

Laminaria stenoloba De la Pyl.

im neuen Blatte	1,224 kg Jod
im unteren Teil des Blattes	1,089 „ „
im alten Blatte	0,578 „ „
in der ganzen Pflanze	0,606 „ „
L. digitata var. stenophylla Kütz.	0,996 „ „
L. saccharina Lamx.	0,448 „ „
Alaria esculenta Grev.	0,108 „ „

H. Melchior.

27. Isländische Flechte.

Die isländische Flechte *Cetraria islandica* Ach. (= *Lichen islandicus* L., *Lobaria islandica* Hoffm.), häufiger »isländisches Moos« genannt, ist das zur Darstellung des Lichenin verwendete Rohmaterial. Sie ist auch ein wichtiges Arzneimittel und findet in hochnordischen Gegenden als Nahrungsmittel Verwendung.

Die Flechte kommt massenhaft in den Ebenen der arktischen und antarktischen Länder (jedoch nicht in Island!) in der gemäßigten Zone vornehmlich in lichten Gebirgswäldern vor. Sie steigt bis 3000 m empor und gelangt von den verschieden-

sten Teilen der Erde in den Handel, aus Schweden, Spanien, Deutschland, Österreich usw. Sehr geschätzte Ware stammt aus dem Fichtel- und Riesengebirge, in Niederösterreich vom Schneeberg und von der Rax, wo sie »Kramperltee« genannt wird.

Das Lager der *Cetraria islandica* ist strauchartig, bis 15 cm lang; es besteht aus platten, am Rande eingekrümmten und bewimperten, gelappten, häufig krausen, quillt sie nach einiger Zeit auf, noch stärker bei Einwirkung von kochendem Wasser, wobei das in den Zellmembranen enthaltene Lichenin in Lösung geht.

Im Innern des Thallus befindet sich ein aus ästigen Zellfäden bestehendes Mark. Nach außen ist der Thallus durch ein dichtes, pseudoparenchymatisches Geflecht von Fasern (Rinde) abgegrenzt, dessen periphere Partien bräunlich gefärbt sind. Die kugeligen Algenzellen (Gonidien) liegen

Abb. 15.
Cetraria islandica. Ach. Pflanze in natürlicher Größe. (Nach Luerssen.)

sich dichotomisch verzweigenden Ästen. Frisch und feucht ist die Flechte olivengrün, eingetrocknet braun in verschiedenen Sättigungsgraden. Die dem Lichte zugewandte Partie des Lagers ist stets dunkler als die entgegengesetzte Seite gefärbt. Die im Handel erscheinende Flechte ist fast immer unfruchtbar; nur selten findet man an ihr die großen, tiefbraunen Apothecien. Hingegen ist es nicht schwer, mit dem Mikroskop die am Rande des Lagers auftretenden Spermogonien und die darin auftretenden, etwa 6 μ langen, stäbchenförmigen Spermatien aufzufinden. Die Sporen sind länglich elliptisch, 7 bis 14 μ lang und 5—6 μ breit.

Geruch ist an dieser Flechte nicht zu bemerken, wohl aber ein bitterer Geschmack. In kaltes Wasser getaucht an der Grenze von Innenrinde und Mark. Die Fasern der Rinde und des Markes werden durch Jodlösung violett oder bläulich, auf Zusatz von Schwefelsäure intensiv blau gefärbt. Die Zellwände der Gonidien nehmen meist erst nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure eine blaue Färbung an. Die äußere, schon von Natur gefärbte Schicht der Rinde wird durch diese beiden Reagentien bräunlich gefärbt.

Die Flechte enthält das gallertbildende Kohlenhydrat Lichenin und Isolichenin (Flechtenstärke), welch letzteres durch Jod ähnlich wie die Stärke gebläut wird und wie das Lichenin die Formel $C_6H_{10}O_5$ besitzt, eine in Wasser quellbare Schleimart, Zucker, das mit Chlorophyll wohl identische Tallochlor, ein verseifbares Fett, in welchem die Lichen-

stearinsäure (Knop und Schnedermann, Annalen der Chemie und Pharmazie **55,** S. 149 und 159) entdeckt wurde, die in Wasser schwer lösliche, den bitteren Geschmack der Flechte bedingende Cetrarsäure (Herberger, Annalen der Chemie und Pharmazie **21,** S. 137. — Knop und Schnedermann, ebenda **54,** S. 143; **55,** S. 144) [Cetrarin, $C_{18}H_{16}O_8$] und Fumarsäure (Schödler, Ann. der Pharm. **17,** S. 87). Die Menge des hygroskopischen Wassers beträgt 11, die Asche 1,5 bis 3 % (siehe auch Guesdon, Lichen Island. Thèse de Paris. 1901). Die Zellmembran enthält Pentosan, Dextran, Galaktan, kein Chitin. Werden die Lichenine aus der *Cetraria* durch Auskochen entfernt, so bleiben wasserunlösliche Kohlenhydrate zurück, welche bei der Hydrolyse viel d-Glukose neben weniger d-Mannose und d-Galaktose liefern (Grafe in Abderhalden, Biochem. Handlexikon **2,** S. 78—79). Über das Lichenin und die Lichenase haben P. Karrer und Mitarbeiter mehrere Veröffentlichungen gemacht. Vgl. Biochem. Ztschr. (1923) **136,** 537; Helv. chim. act. **1923,** 800; **1924,** 144, 154, 159.

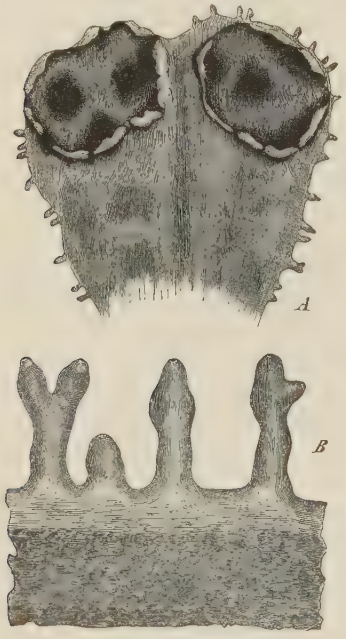


Abb. 16.
Cetr. isl. A ein Lappen des Thallus mit zwei Apothecien, vergrößert. *B* ein Stück vom Rande des Thallus mit vier, Spermogonien enthaltenden Wimpern, noch stärker vergrößert. (Nach Luerssen.)

Abb. 17.
Cetr. isl. Querschnitt durch den Rand des Thallus mit einem Spermogonium (*sp*) im Längsschnitt. *s* Spermatien. Sehr stark vergrößert und etwas schematisiert. (Nach Luerssen.)

28. Renntierflechte.

Die Renntierflechte oder das Renntiermoos, *Cladonia rangiferina* Hoffm. (= *Cenomyce rangiferina* Ach., *Lichen rangiferinus* L.) wächst auf der Erde zwischen Moosen in Heiden und ist von der Ebene bis ins Hochgebirge in Deutschland gemein. Im hohen Norden bildet diese kosmopolitische Flechte die Hauptmasse der Vegetation. Die Podetien sind 2,5—16 cm hoch, weißlichgrau oder bräunlich, die unfruchtbaren Endäste sind übergebogen, oft schwärzlich, die fruchtbaren aufrecht. Die Apothecien sind klein, knopfig, braun gefärbt.

Im hohen Norden, wo sie bis zum 80. Breitengrade und darüber hinaus vorkommt, ist diese Flechte oft das einzige Futter der Renntiere. Seit den sechziger Jahren bereitet man in Skandinavien Alkohol daraus. Auch in Rußland wurde

diese Verwertung der Renntierflechte aufgenommen. Durch Kochen der Flechte mit verdünnter Säure (H_2SO_4 oder HCl) wird eine gärungsfähige Flüssigkeit erhalten, welche nach Neutralisation der freien Säure mit Kreide oder kohlensaurem Natron zur Gärung gebracht wird. Der Weingeist wird durch Destillation gewonnen. Im Jahre 1869 sollen bereits 1 120 000 L Flechtenspiritus in Skandinavien hergestellt worden sein.

Die Renntierflechte enthält keine wasserlöslichen Kohlenhydrate; ihre Zellmembranen enthalten kein Lichenin, wenig Pentosan, Chitin, Galaktan und Dextrosezellulose. Die Wandsubstanz liefert beim Abbau d-Mannose und d-Galaktan neben wenig Glukose. Stets wurden auch einige Prozente Pentosan und Methylpentosane gefunden (siehe Grafe in Abderhalden, Biochem. Handlexikon **2**, S. 77 und H. Euler, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie. 1908, S. 68).

29. Eßbare Flechten.

Als Nahrungsmittel für den Menschen haben einige Flechten Bedeutung. Vor allem ist die von der Halbinsel Krim bis zu den Kirgisensteppen, in Kleinasien, Persien und Nordafrika verbreitete Mannaflechte, die *Lecanora esculenta* Eversm., und deren in Nordafrika, namentlich in Algier, verbreitete Varietät *L. esculenta var. Jussufii* Reichardt als die bekannteste Speiseflechte zu nennen. Unter günstigen Verhältnissen wächst sie überaus rasch und kann den Boden bis 15 cm hoch bedecken. In trockenem Zustande kann sie vom Winde in großer Menge auf weite Entfernungen fortgeführt werden. So kommt der »Mannaregen« zustande (vgl. Kerner-Hansen, Pflanzenleben, 2. Aufl., Bd. III [1916], S. 131). Die Mannaflechte besitzt keinen ausgeprägten Geschmack. Nach Goebels Untersuchungen enthält sie an 23% Gallerte, 65,91% Kalziumoxalat und 2,5% Inulin neben stickstoffhaltigen Substanzen. Die Tartaren sammeln diese Flechte zur Bereitung eines Brotes (Kerner, Pflanzenleben 1891, Bd. II, S. 746).

In den Gebirgen Japans, besonders üppig auf den Bergen Kiso, Nikko, Kumano, durchaus an steilen, schwer ersteigbaren Wänden feuchter Granitfelsen, kommt die in Japan und China als Leckerbissen geltende *Gyrophora esculenta* Miyoshi (M. Miyoshi, Die eßbare Flechte Japans, *Gyrophora esculenta* nov. spec. Botan. Zentralblatt **56** [1893], S. 161 ff. — Matsumura et Miyoshi, Cryptog. Japonicae icon. illustr. Vol. I, Nr. 2 [1899], Taf. VI) in großen Mengen vor. Sie ist wohlschmeckend, und ihr Nährwert beruht auf dem hohen Gehalte an Stärke und einem gallertigen Stoffe. Sie wirkt nicht purgierend, wie das bei den im subarktischen Nordamerika in Fällen der Not von Menschen genossenen *Umbilicaria*-Arten, welche als »Tripe de Roche« bekannt sind, der Fall ist (Lindsay, A popul. hist. of Brit. lichens. London 1856, S. 174 f.).

Die *Gyrophora esculenta,* von den Japanern »Iwatake« genannt, wird von den Bergbewohnern massenhaft gesammelt (die Sammler heißen »Iwatake-tori«), dann getrocknet und schließlich nach den Städten gesandt, wo sie, wie Miyoshi berichtet, jeder Gewürzkrämer verkauft. Auch nach dem Auslande wird diese Flechte exportiert. Der Thallus der »Iwatake« ist einblätterig, kreisrund, 3—13 cm groß, der Rand zackig, lederartig, derb, dick, nach innen aufgebogen. Oberseits ist diese Flechte grün oder graubräunlich, unterseits schwarz gefärbt; die Oberseite glatt, oft durchlöchert, zuweilen papillös, die Unterseite kurz- und dichtfaserig. Die Befestigung am Substrat wird durch ein oder mehrere starke, schwarze Haftbündel bewirkt. Die Spermogonien sind punktförmig und von braunschwarzer Färbung, sie finden sich am Rande der Thallusoberseite zahlreich. Die Spermatien sind sehr klein, stabförmig und sitzen an den Spitzen oder Seiten von verzweigten, gegliederten Sterigmen, welche aus zahlreichen würfelförmigen Zellen bestehen. Die Markschicht färbt sich nach Behandlung mit Kalilauge und Kalziumhypochlorit intensiv rot. Während spermogonientragende Exemplare häufig sind, kommen fertile sehr selten vor.

Die neueste Flechtenliteratur s. Fünfstück, Nienburg, A. L. Smith, Tobler.

C. Literatur.

Abderhalden, E., Biochemisches Handlexikon, Bd. II (Berlin 1911), C. Pflanzenschleim S. 65—80, 505 usw.

— Biochemisches Handlexikon, Bd. VIII (1. Ergänzungsband) (Berlin 1914), C. Pflanzenschleim S. 15—18, 265 usw.

— Biochemisches Handlexikon, Bd. X (3. Ergänzungsband) (Berlin 1923), C. Pflanzenschleim S. 230—232.

Abraham, M., Bau und Entwicklung der Wandverdickungen in den Samenoberhautzellen einiger Cruciferen. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **16** (1885), 599—637.

Adrian, Sur l'emploi de certaines Algues marines pour l'alimentation des chevaux. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **166** (1918), 54—56.

Aitchison, J. E. T., Pharm. Journ. **17** (1886), 467.

— The source of Badsha or Royal Salep. Ann. of Botany **3** (1889), 149—155.

Allacy, E., Bull. Soc. Chim. **38**, 11.

Arbaumont, J. de, Nouvelles observations sur les cellules à mucilage des graines des Crucifères. Ann. Sc. Nat. VII, **11** (1889), 125—184.

Ascherson, P. u. Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. I—VII. (Leipzig 1896—1925.) (Noch im Erscheinen.)

Bacon, Althéine, nouvelle substance végétale. Journ. Chim. Méd. II (1826), 551; Ann. Chim. Phys. **34** (1827), 201.

Balland, Analyses de caroubes de différentes provenances. Journ. pharm. chim. VI. **19** (1904). 569.

Barfoed, Organische Analyse (1881), 249.

De Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. (Leipzig 1877.)

Bates, Gathering and curing of carageen in Massachusetts. Amer. Journ. Pharm. (1868), 417; Pharm. Journ. **XI** (1869), 298 und **VIII** (1878), 304.

Bauer, Journ. f. prakt. Chem., 2. Ser., **30** (1885), 375.

— Liebigs Ann. d. Chem., **248** (1888).

— Über eine aus Laminariaschleim entstehende Zuckerart. Ber. Deutsch. Chem. Ges. **22** (1889), 618.

Berg u. Schmidt, Atlas der offizinellen Pflanzen. 2. Aufl. herausgeb. von Meyer u. Schumann. Bd. I—IV. (Leipzig 1895—1902.)

Bente, Ber. Chem. Ges. **8** (1876), 417; **9** (1876), 1158.

Birger, S., Om Tuber Salep. Arkiv för Bot. **6** (1907), Nr. 13, 1—13; vgl. auch Bot. Clbl. **105** (1907), 31—32.

Böhmer, Technische Geschichte der Pflanzen. Bd. I—II (Leipzig 1794).

Bondurant, Amer. Journ. of Pharm. (6. Juli 1887), 340.

Bourdier, J., Pharm. Chim., **26** (1907), 254.

Bourquelot, E. et Hérissey, H., Sur la composition de l'albumen de la graine de Caroubier; production de galactose et de mannose par hydrolyse. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **129** (1899), 228—231.

Bourquelot, E. et Hérissey, H., Sur la composition de l'albumen de la graine de Caroubier. Journ. pharm. chim. (1899), 153, 249.

— Sur la composition de la graine de Caroubier. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **129** (1899), 391—393.

— Germination de la graine de Caroubier, production de mannose par un ferment soluble. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **129** (1899), 614—616.

— Sur les ferments solubles produits, pendant la germination, par les graines à albumen corné. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **130** (1900), 42—44.

— Les hydrates de carbone de réserve des graines de Luzerne et de Fenugrec. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **130** (1900), 731—733; vgl. auch Journ. Pharm. Chim. **11** (1900), 589.

Braconnot, Journ. de Chim. méd. **17** (1841), 513.

Buchner, Repert. Pharm. **41** (1832), 368; vgl. auch Pharm. Ztrbl. (1832), 511.

De Candolle, Extrait d'une note sur la mousse de Corse. Bull. Ecole médecine de Paris (1804), 125.

Church, A. H., Some contributions to plant-chemistry. Journ. of Botany **14** (1876), 71—75 und Proceed. Amer. Pharm. Assoc. **25** (1877), 177.

Clermont et Chautard, Jahresber. d. Chemie (1882), 684.

Correns, C., Über die Epidermis der Samen von Cuphea viscosissima. Ber. d. d. Bot. Ges. **10** (1892), 143—152.

Cramer, C. u. Nägeli, C., Über das Vorkommen und die Entstehung einiger Pflanzenschleime. Chem. Pharm. Ztrlb. **26** (1885), 426—431.

Cullivan, E., Die Chemie des Leinsamens. Deutsch-Amerik. Apothekerzeitung **5** (1884) 304; vgl. auch Justs Jahresber. **12** (1884), I, 71.

Czapek, F., Biochemie der Pflanzen. 2. Auf. Bd. I (Jena 1913), 703—706; Bd. III (1921), 589.

Czihak, J. von, u. Szabo, J., Heil- und Nahrungsmittel, Farbstoffe usw., welche die Ost-Romanen, Moldauer und Wallachen aus dem Pflanzenreiche gewinnen. Flora **46** (1863), 156.

Damm, O., Über den Bau, die Entwicklungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften mehrjähriger Epidermen bei den Dicotyledonen. Beih. z. Bot. Clbl. **11** (1902), 222 bis 231.

Davidson, J. C., The seawead industry of Japan. Bull. Imp. Institute **IV**, 2 (1906), 125; vgl. auch Just Jahresber. **34**, 1 (1906) 372.

Debeaux, O., Algues marines des environs de Bastia (Corse). Recueil Mém. de Médec., Chirurg. et Pharmacie militaires 1873.

— Algues marines récoltées en Chine pendant l'expédition française de 1860—1862. Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux **30** (Bordeaux 1875).

Dragendorff, G., Pharmaz. Ztschr. f. Rußland (1865), 145.

— Die Heilpflanzen. (Stuttgart 1898.)

Dumont, A., Recherches sur l'anatomie comparée des Malvacées, Bombacacées, Tiliacées, Sterculiacées. Ann. Sc. Nat. VII, **6** (1887), 129—246.
Ebert, Beiträge zur Kenntnis des chinesischen Arzneischatzes. Früchte und Samen. Dissertation. (Zürich 1907.)
Effront, J., Sur un nouvel hydrate de carobe, le caroubine. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **125** (1897), 38—40.
— Sur une nouvelle enzyme hydrolytique. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **125** (1897), 116—118.
— Sur la caroubinose. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **125** (1897), 309—311.
Engelbrecht, Th. H., Die Landbauzonen der außertropischen Länder. 3 Teile. (Berlin 1898/99.) Ed. I, S. 79, 161, 172, 188.
— Die Feldfrüchte Indiens. In Abhdl. Hamburger Kolonialinstitut. Bd. XIX (Hamburg 1914).
— Landwirtschaftlicher Atlas des Russischen Reiches in Europa und Asien. (Berlin 1916), t. 10, 29.
Engler, A. u. Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. Teil I—IV u. Nachträge. (Leipzig 1887 bis 1915.)
Euler, H., Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie. Teil I (Braunschweig 1908), 63—65.
Fellenberg, Mitteil. Lebensmittel Untersuch. **5** (1914), 256.
Fiehe, J., Der Schleimkörper des Samens von Plantago Psyllium. Inaug.-Dissert. (München 1904).
Flückiger, F. A., Pharmakognosie des Pflanzenreichs. (Berlin 1867.)
— Pharmakognosie des Pflanzenreichs. 2. Aufl. (Berlin 1883.)
— Pharmakognosie des Pflanzenreichs. 3. Aufl. (Berlin 1891.)
— Über afrikanischen Tragant. Pharmac. Journ. and Transact. (1869), 641; vgl. auch Arch. Pharm. (1869), 81.
— Schweiz. Wochenschr. f. Pharmac. (1873), 435.
— u. Hanbury, Pharmacographia. (London 1874.)
— — Pharmacographia. Edit. II. (London 1879.)
— u. Obermaier, Schweiz. Wochenschr. f. Pharm. (1868), Nr. 13.
Frank, A. B., Chem. Clbl. (1865), 902.
— Zur Kenntnis der Pflanzenschleime. Journ. prakt. Chem. **95** (1865), 479—498.
— Über die anatomische Bedeutung und Entstehung der vegetabilischen Schleime. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **5** (1866), 161—200.
Freundler, P., Variation de l'iode chez les Lamiaria flexicaulis à l'époque de la repousse annuelle. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **178** (1924), 1625—1628.
Frey, Pharm. Post **46** (1913) 812.
Fünfstück u. Zahlbruckner. Lichenes in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien. Neuaufl. Bd. 6, Leipzig 1926.
Gans u. Tollen, Ber. d. deutsch. Chem. Ges. **21** (1888), 1806 und 2150; Liebigs Annal. **249** (1889), 245.
Garçain, J. B., Recherches sur l'Alsidium Helminthochorton du golfe d'Ajaccio. Thèse (Montpellier 1906).
Garçain, J. B., Journ. Pharm. Chim. 1906; vgl. auch Pharmaz. Zeitung **51** (1906), 758.
Gardiner, W. and Ito, T., On the structure of the mucilage-secreting cells of Blechnum occidentale L. and Osmunda regalis L. Ann. of Bot. **1** (1887), 27—54.
Gaultier, R., Résultats chimiques et expérimentaux de quelques études sur la valeur thérapeutique et physiologique du Gui. Soc. d. Thérapeutique (Juni 1906).
— Semaine medicale (1907), Nr. 43, 513; Gazette des hôpitaux (1907), Nr. 119; Nouveaux remèdes, No. 23, 529.
— et Chevalier, J., Action physiologique du Gui (Viscum album). Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **145** (1907), 941—942; vgl. auch Chem. Clbl. **79** (1908), I, 270.
Gerardin, E., Flore et faune conchylienne de la Mousse de Corse. L'Union Pharmaceutique **39** (1898), Nr. 12.
Gilg, E. u. Brandt, W., Lehrbuch der Pharmakognosie. 3. Aufl. (Berlin 1922).
Giraud, L'Union Pharmaceutique **16**, 249.
Gjokic, G., Zur Anatomie der Frucht und des Samens der Mistel. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **105** (1896), I, 451.
Gleisberg, W., Der gegenwärtige Stand der Membranforschung. Beih. Bot. Clbl. **38**, I (1921), 248—251.
Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen, Bd. II, 2 (Marburg 1893), S. 230.
Goiran, A., Sulla estracione del Vischio o pania da *Viburnum lantana* L., *Ilex aquifolium* L. e da altre pianti notizia. Nuovo Giorn. Bot. Ital. **21** (1889), 396—405.
Greenish, H. G., Pharm. Ztschr. f. Rußland **20** (1881), 501 und Ber. d. Chem. Ges. (1881), 2253; (1882), 2243.
— Die Kohlehydrate des *Fucus amylaceus*. Arch. d. Pharm. **220** (1882), 241.
Grosse, Pharm. Ztrbl. (1839), 125.
Grütter, W., Über Bau und Entwicklung der Samenschleime einiger Lythraceen. Bot. Zeitung **51** (1893), 1—26.
Guéguen, Le carageen, ses emplois pharm. et industr. et sa recolte en Brétagne. Bull. Soc. Pharm. **X** (1904).
Guérin, P., Cellules à mucilage chez les Urticacées. Bull. Soc. Bot. France **57** (1910), 399—406.
— Les Urticacées: cellules à mucilage, laticifères et canaux sécréteurs. Bull. Soc. Bot. France **70** (1923), 125, 207, 255.
Guignard, L., Observations sur l'appareil mucifère des Laminariées. Ann. Sc. Nat. VII, **15** (1892), 1—46.
Guiraud, A., Du développement et de la localisation des mucilages chez des Malvacées officinales. Thèse (Toulouse 1894); vgl. auch Bot. Clbl. **61** (1895), 376—378.
Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 6. Aufl. (Leipzig 1924.)
Hädicke, Untersuchungen über die aus Carrageenmoos usw. entstehenden Zuckerarten. Dissertation. (Göttingen 1887.)
Hallier, H., Kautschuklianen. Jahrb. Hamburg. Wiss. Anstalt **17** (1899).
Hamilton, Researches in Asia minor etc. I. Pharmac. Journ. (1842), 540.

Hanausek, T. F., Über die Gummizellen der Tarihülsen. Ber. d. d. Bot. Ges. **20** (1902), (77)—(82).
— Über ein Tragantsurrogat nebst Mitteilungen über die Nourtoakwurzel und den Perugummi. Arch. f. Chemie u. Mikrosk. 1916. Heft 3.
— Pharmazeut. Post. 1918.
Hanstein, J., Über die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Bot. Zeitung **26** (1868), 697 usw.
Hariot, P., Atlas des Algues marines les plus répandues des côtes de France. (Paris 1892.)
Hartwich, C., Über die Meerzwiebel. Arch. d. Pharm. **227** (1889), 577—588.
— Über die Schleimzellen der Salepknollen. Arch. d. Pharm. **228** (1890), 563—572.
— Naturf. Ges. Halle 1891.
— Schleimzellen von Althaea. Pharm. Ztrbl. **32** (1891), 586.
— Die neuen Arzneidrogen aus dem Pflanzenreiche. (Berlin 1897).
— Die menschlichen Genußmittel. (Leipzig 1911.)
Harz, C. O., Landwirtschaftliche Samenkunde. Bd. I—II (Berlin 1885), 985.
Haussknecht, Briefliche Mitteilung 1879 in Flückiger, Pharmakognosie; vgl. auch Kiepert, Haussknechts Routen im Orient 1865—1869 (Berlin 1882).
Hegelmaier, F., Zur Morphologie der Gattung Lycopodium. Bot. Zeitung **30** (1872), 844.
Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. I—VI. (München.) (Noch im Erscheinen!)
Heilmann, J., Bull. Soc. Industr. de Rouen (1875), 263.
Hehn, V., Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien. 7. Aufl. (Berlin 1902.)
Heldreich, T., Die Nutzpflanzen Griechenlands. (Athen 1862), 71.
Heimerl, Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **97** (1888), I, 692.
Hendrick, J., The composition and use of certain seaweeds. Journ. of the Board of Agricult. **22** (London 1916).
Hérail, Traité de pharmacologie (1911).
Herberger, Buchners Repertorium **49**, 134.
Herrmann, R., Über die fetten Öle der Quittensamen. Arch. Pharm. **237** (1899), 358.
Heyd, Levantehandel im Mittelalter. II, 654.
Hilger, A., Zur Kenntnis der Pflanzenschleime. Ber. d. d. Chem. Ges. **36** (1903), 3198.
— u. Rothenfusser, Ber. d. d. Chem. Ges. **35** (1902), 1841.
Hilgers, G., Über das Auftreten der Kristalle von oxalsaurem Kalk im Parenchym einiger Monocotylen. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **6** (1867), 285—296.
Hirzel, Einrichtungen behufs Überführung der Reservestoffe in den Embyro. Dissertation. (Erlangen 1890).
Hoagland, D. R. and Lieb, L. L., The complex carbohydrates and forms of sulphur in marine algae of the pacific coast. Journ. biol. chem. **23** (1915), 287—297.
Hofmeister, W., Über die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Außenfläche von Samen und Perikarpien. Sitzungsber. Sächs. Ges. d. Wiss., phys. Klasse **10** (1858), 18.
Holmes, E., The japanese sea wead industry. Pharm. Journ. (1906), 319 und Pharm. Zeitung **51** (1906), 966.
Hovorka, O. v. u. Kronfeld, A., Vergleichende Volksmedizin I. (Stuttgart 1908), 424.
Hunger, W., Über die Funktion der oberflächlichen Schleimbildungen im Pflanzenreiche. Dissertation. (Jena 1899.)
Husemann, A. u. Hilger, A., Die Pflanzenstoffe. 2. Aufl. (Berlin 1882/84), 127—131.
Johansen, Beiträge zur Chemie der Eichen-, Weiden- und Ulmenrinden. Dissertation. (Dorpat 1875.)
Jolles, M. u. A., Analyse von Carrageenmoos. Jahrb. d. öffentl. mikrosk. Laborat., Wien; vgl. Pharm. Post. **29** (1896), 205.
Jones, Ber. d. Chem. Ges. **17** (1884), Ref., S. 53.
Jönssen, B., Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen. Lunds Univ. Arsskrift **38** (1902), Afdd. 2, No. 6.
Jouck, K., Beiträge zur Kenntnis der Blausäure abspaltenden Glykoside. Dissertation. (Straßburg i. E. 1902.)
Karsten, H. u. Benecke, W., Lehrbuch der Pharmakognosie. 3. Aufl. (Jena 1920.)
Kick u. Gintl, Technisches Wörterbuch. Bd. II, 253; IX (1888), 547; XI (1892), 267.
Kirchner, Untersuchungen über den Pflanzenschleim. Inaug.-Dissertation. (Göttingen
— u. Tollens, Untersuchungen über den Pflanzenschleim. Journ. f. Landw. (1874), 502; Liebigs Annal. **175** (1875), 215; Pharm. Ztrbl. **16** (1875), 106.
Kirtikar, K. R. and Basu, B. J., Indian Medicinal Plants. Part I—II. (Allahabad 1918.)
Klebs, G., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. Unters. a. d. Botan. Inst. Tübingen. Bd. I (1885), 581.
— Organisation der Gallerte bei einigen Algen. Untersuch. a. d. Botan. Inst. Tübingen. Bd. II (1886), 333.
Koch, L., Mikroskopische Analyse der Drogenpulver. Bd. I—IV. (Leipzig 1901—1908.)
Kohl, F. G., Untersuchungen über die Raphidenzellen. Bot. Clbl. **79** (1899), 273—282.
Köhlers Medizinalpflanzen. Herausg. von Pabst. Bd. I—III. (Gera 1886—1898.)
König, Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. Bd. I—III u. Nachtr. (1903—1923).
— u. Bettels, Die Kohlenhydrate der Meeresalgen. Ztschr. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel, Nr. 10.
Kořan, Der Austritt des Schleimes aus den Leinsamen. Pharm. Post. XXXII (1899), 221.
Kraemer, Proceed. Amer. Pharm. Assoc. (1898), 331.
— Some notes on Chondrus. Amer. Journ. of Pharm. (1899), 481 u. Pharm. Journ. (1899), Nr. 1527.
— H., A Text-Book of Botany and Pharmacognosy. (Philadelphia 1907.)
Kraus, G., Über den Bau der Cycadeenfiedern. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **4** (1865), 305.
Kreftling, A., Über wichtige organische Produkte aus Tang. Chemische Industrie (1897), Nr. 20. Referat Beih. Bot. Clbl. 7 (1898), 519.

Kruch, O., L'epidermide mucilagginoza nelle foglia delle Dicotiledoni. Ann. Ist. Bot. di Roma **6** (1897), 191—274.
Kützing, Grundzüge der philosophischen Botanik. Bd. I. (Leipzig 1851), 194.
Kylin, H., Ztschr. f. physiol. Chem. **83** (1913), 171.
— Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. Ztschr. f. physiol. Chem. **94** (1915), 337.
Lanessan, J. B. de, Sur la structure des graines du Trigonelle Foenum graecum etc. Bull. Soc. Linn. de Paris **I** (1877), Nr. 17, 133—135.
Lapicque, L., Emploi des Algues marines pour l'alimentation des chevaux. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **167** (1918), 1082—1085.
— Emploi des Algues marines pour l'alimentation des chevaux. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris **24** (1918), 550—556.
Lauterbach, C., Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Sekretbehälter bei den Cacteen. Bot. Clbl. **37** (1899), 369—375.
Lehmann, E., Beiträge zur vergleichenden Untersuchung über Vorkommen und Verbreitung des Amygdalins. Pharm. Ztschr. f. Rußland (1895), 352.
Lelièvre, J. and Ménager, Y., Dosage simultané de l'iode minéral et organique dans les algues. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **178** (1924), 1315—1316.
Lendner, A., Les Landes à la Bretagne. Exploitation de la résine et récolte du goémen. Pharm. Acta Helvet. (1926), Nr. 10.
Lenz, H. O., Botanik der alten Griechen und Römer. (Gotha 1859), 599.
Leprince, M., Contribution à l'étude chimique du Gui (Viscum album). Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **145** (1907), 940—941; vgl. auch Chem. Ztrbl. **79** (1908), I, 270.
Longo, B. Contributo allo studio mucilaggine delle Cactee. Bull. Soc. Bot. Ital. (1896), 51—52; vgl. auch Just, Jahresber. **24** (1896), I, 482.
Ludwig, H., Pharmakognostische Beiträge. Arch. d. Pharm. **132** (1855), 38 u. 43.
Luerssen, Chr., Medizinal-pharmazeutische Botanik. Bd. I. (Leipzig 1879); Bd. II (1882).
Lutz, L., Sur le mode de formation de gomme adragante. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **150** (1910), 1184—1186.
— Sur le mode de formation de gomme adragante. Bull. Soc. Bot. France **57** (1910). 250 bis 257.
Mac Caughey, V., Algae of the Hawaiian Archipelago. Bot. Gazette **65** (1918), 42, 121.
Maltass, Cannstatts Jahresber. (1855).
Mangenot, C., Des Algues Utiles. Thèse, Paris 1883.
Mangin, Sur la cellose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane des cellules des végétaux. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **110** (1890), 644—647.
— L., Propriétés et réactions des composées pectiques. Journ. de Bot. **6** (1892), 206, 235, 363; vgl. auch Just, Jahresber. **21** (1893), 528.
— Recherches sur les composées pectiques. Journ. de Bot. **7** (1893), 37, 121, 325.
Mangin, Recherches anatomiques sur la distribution des composées pectiques chez les végétaux. Ref.: Bull. Soc. Bot. Paris **41** (1894), 307—310.
Maquenne, M., Recherches sur le fucusol. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **109** (1889), 571—573.
Marchand, L., Note sur le Phycocolle ou gélatine végétale produite par les Algues. Bull. Soc. Bot. France **26** (1879), 287—294.
Marktanner-Turneretscher, G., Zur Kenntnis des anatomischen Baues unserer Loranthaceen. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **91**, I (1885), 430.
Marpmann, Über Agar-Agar und dessen Verwendung und Nachweis. Ztschr. f. wiss. Mikroskop und f. mikroskop. Techn. **2** (1896), 257—261.
Matsui, H., On the relation between the chemical constituents of »Asakusa-nori« (Porphyra laciniata) and its quality. Journ. College of Agriculture **5** (Tokyo 1916), No. 4.
— Chemical studies in some marine Algae, chief material of »Kanten«. Journ. College of Agriculture **5** (Tokyo 1916), No. 4.
Matsumura, J., Index Plantarum japonicarum. Vol. I (Tokyo 1904).
Melzar, Proceed. Amer. Pharm. Assoc. (1860).
Ménier, Ch., Falsification de la gelée de grosseille du commerce découverte par les Diatomées. Journ. de Médecine de l'Ouest. (Nantes 1879.)
Meyer, A., Die Knollen der einheimischen Orchideen. Arch. d. Pharm. **224** (1885), 185 usw.; (1886), 325.
— Wissenschaftliche Drogenkunde. Bd. I—II. (Berlin 1891—1892.)
— Erstes mikroskopisches Praktikum. 3. Aufl. (Jena 1915.)
— u. Schumann, Atlas der offizinellen Pflanzen. 2. Aufl. Bd. II (Leipzig 1896), 18, Taf. 52.
Miyabe, K., On the Laminariaceae and Laminaria Industries of Hokkaido. Pharm. Journ. (Sept. 1906.)
Moeller, J., Anatomie der Baumrinden. (Berlin 1882), 70, 72.
— Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. 2. Aufl. (Berlin 1905.)
Mohl, H. v., Untersuchungen über die Entstehungsweise des Traganthgummi. Bot. Zeitung **15** (1857), 33—43.
Molisch, H., Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. (Jena 1901.)
— Mikrochemie der Pflanzen. 2. Aufl. (Jena 1921), 347—350.
Morgenthaler, J., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Quitte. (Dissert. Aarau 1897).
Morin, H., Sur la gélose. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **90** (1880), 924.
Mueller-Beeck, Verzeichnis der eßbaren Pflanzen Japans. Veröffentlicht v. Verein z. Beförd. d. Gartenbaues in den Kgl. Preuß. Staaten (1886), 17.
Mulder, Journ. prakt. Chem. **37**.
— Natuur en Scheikund Arch. (1837), 575.
Murbeck, Sv., Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. — I. Vorkommen und Bedeutung der Schleimabsonderung aus Samenhüllen. Lunds Univ. Arsskrift. N. F. II, **30** (1919).

Nadelmann, H., Über die Schleimendosperme der Leguminosen. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **21** (1890), 609—691.

Naegeli, C. u. Cramer, Vorkommen und Entstehung einiger Pflanzenschleime. (Zürich 1855). Vgl. auch Arch. Pharm. (1857), 190.

Nestler, A., Die Schleimzellen der Laubblätter der Malvaceen. Österreich. Bot. Ztschr. **48** (1898), 94—99.

Nienburg, W., Anatomie der Flechten, in Linsbauer, Handbuch der Pflanzenanatomie, Abt. II, 1, Bd. VI. Berlin 1926.

Okamura, K., Neue japanische Florideen. (Mitgeteilt von Fr. Schmitz.) Hedwegia **33** (1894), 190—201.

Okuda, Y. et Nakayama, S., On the quality of »Asakusanori«. Journ. College of Agriculture **5** (Tokyo 1916), No. 4.

Oltmanns, Fr., Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. Bd. II (Jena 1922); Bd. III (1923).

Onken, A., Über die Bedeutung des Milch- und Schleimsaftes für die Beseitigung des überschüssigen Calziums. Botan. Archiv **2** (1922), 281—333.

Orlow, N., Betaïn als Bestandteil der Wurzel von *Althaea officinalis*. Pharm. Ztschr. f. Rußland **36** (1897), 631; vgl. auch Journ. pharm. **7** (1898), 108 u. 305.

O'Shaughnessy, Ind. Journ. of med. sc. Calcutta 1834; Med. Gazette (1837), 566; Royal Med. Bot. Soc. (1837), 618.

Pabisch, E., Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. V (Jena 1914), 284—286.

Payen, Sur la gélose et les nids de Salangane. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **49** (1859).

Perrot, E., Anatomie comparée des Gentianacées. Ann. Sc. Nat., Sér. VIII, **7** (1898), 105—292.

— et Gatin, C. L., Les Algues marines utiles et en particulier les Algues alimentaires d'Extrême-Orient. Annal. Institut Océanographique **3** (Paris 1912.)

Peyer, W., Biologische Untersuchungen über Schutzstoffe. Flora **103** (1911), **441**; [Schleime u. Gallerte, 467—470].

Planchon, G., Journ. Pharm. Chim. (1892), 169.

Plisson, Sur l'identité du malate acide d'althéine avec l'asparagine. Ann. Chim. Phys. **36** (1827), 175; vgl. auch Jahresber. d. Chem. (1827) 249.

Popovici, Struktur und Entwicklung eigenartiger Wandverdickungen. Dissertation. (Bonn 1893.)

Pohl, Zeitschr. Phys. Chemie **14** (1890), 151.

Prantl, K., Das Inulin. (München 1870), 43, 61.

Prescher, R., Die Schleimorgane der Marchantiaceae. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **86** (1882), I, 132.

Radlkofer, Monographie der Gattung Serjania. (München 1875), 100.

Ravenna e Zamorani, Sul significato delle mucilagini nella germinazione dei semi. Atti R. Acad. Lincei **19** (1910), II, 247—252.

Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie. 2. Aufl. herausg. von Müller u. Thoms. Bd. I—XIII. (Berlin-Wien 1904—1912.)

Reed, M., The economic sea-weeds of Hawaii and their food value. Annual Rep. Havaii Agricult. Exper. Stat., Washington (1907).

Reichardt, Ber d. d. Chem. Ges. **8** (1878), 807.

Reichenbach, H. G., Deutschlands Flora. Bd. XIII. (Leipzig 1851.)

Reichl, C., Ztschr. analyt. Chem. **19** (1880), 537 und Dinglers Polytech. Journ. **235**, 232.

Reinsch, Jahrb. f. prakt. Pharm. **5** (1843), 401.

— P. F., Zur Kenntnis der chemischen Bestandteile der weißen Mistel (*Viscum album*). Bull. Soc. Nat. Moscou **35** (1862), 531.

Riehl, G., Deutsch. medizin. Wochenschrift (1900), 653.

— u. Stich, C., Pharm. Zeitung (1900), 800.

Rosenthal, D. A., Synopsis Plantarum diaphoricarum. (Erlangen 1862).

Ruhland, W., Über Arabinbildung durch Bakterien und deren Beziehung zum Gummi der Amygdaleen. Ber. d. d. Bot. Ges. **24** (1906), 393—401.

Salle et Cie, L'industrie des Algues marines au Japon. Fabrication de l'Agar-Agar. Annal. de la Drogue et de ses dérivés (Paris 1912), Tom. VII.

Sauvageau, C., Utilisation des Algues Marines. (Paris 1920.)

— Remarques sur la gélose et sur diverses algues qui en produisent. Assoç. Franc, Rouen (1922). Sess. 45, S. 517—521.

— et Moreau, L., Sur l'alimentation du cheval par les Algues marines. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **168** (1919), 1257—1261.

Schellenberg, H. C., Die Reservecellulose der Plantaginaceen. Ber. d. d. Bot. Ges. **22** (1904), 9—17. 1 Tfl.

Scherzer, v., Arch. d. Pharmaz. **205** (1874), 48.

Schiffner, V., Studien über die Algen des adriatischen Meeres. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. 9 (Kiel 1916), 144—146.

Schilling, A. J., Anatomisch-biologische Untersuchungen über die Schleimbildung der Wasserpflanzen. Flora **78** (1894), S. 280—360.

Schindler, A. H., Reise im südlichen Persien. Ztschr. Ges. f. Erdkd. **16** (1881), 361.

Schmidt, C., Über Pflanzenschleim und Bassorin. Liebigs Annal. **51** (1844), 29, 53.

— E., Pharmaz. Chem. (1922), 1. Abteilung, 1009 ff.

Schmiedeberg, Tageblatt Naturf. Vers. (1885), 231; vgl. auch Pharm. Jahresbericht (1885), 23.

Schneider-Linsbauer, Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. (Leipzig 1917), 164, 614 usw.

Schneider-Zimmermann, Botanische Mikrotechnik. 2. Aufl. (Jena 1921), 278—280, 283.

Schorn, F., Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **116**, I (1907).

Schrenk, J., On the histology of the vegetative organs of *Brasenia peltata* Pursh. Bull. Torr. Bot. Club (1888), 29—47; vgl. auch Just, Jahresber. **16** (1888), I, 681—682.

Schröder, B., Untersuchungen über Gallertbildungen bei Algen. Verhdl. Nat. mediz. Verein Heidelberg. N. F. **7** (1901).

— Über den Schleim und seine biologische Bedeutung. Biolog. Clbl. **23** (1903), 457—468.

Schulze, C. u. Tollens, Annalen der Chem. **271** (1892), 60.
Schürhoff, P., Zur Kenntnis der Leinsamen. Pharm. Zeitung **57** (1906), 658.
Schwanert u. Stohman, Muspratts. Techn. Chemie 1564, 1924 1927 usw.
Sebor, Österreich. Chem. Zeitung **3** (1900), 441 und Ztschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen **25** (1900—1901), 94.
Senft, Über Agar-Agar Diatomeen. Ztschr. Allg. österr. Apoth.-Verein (1902), 229.
— Über einige von den Japanern verwendete vegetabilische Nahrungsmittel usw. Pharmaz. Praxis (1906 u. 1907).
Setchell, W. A., Limu. Univ. Calif. Publ. Botany Berkeley **2** (1905), 90—113.
Smith, A. L., Lichens (in Cambridge Bot. Handbooks). Cambridge 1921.
Smith, H. M., The fisheries of Japan. Utilization of Algae. Bull. U. S. Fish. Commission 1893. (Washington 1894.)
— The seaweed industries of Japan. Bull. Bureau of Fisheries **24**. (Washington 1905.)
— The utilization of seaweeds in the United States. Bull. Bureau of Fisheries **24**. (Washington 1905.)
Solereder, H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. (Stuttgart 1899.)
— Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Ergänzungsband. (Stuttgart 1908), 316—317, 341—342.
Souchay, Jahresber. d. Pharm. (1845), 66.
Spire, Apocynacées. Thèse (Paris 1905); auch in Perrot, Travaux II.
Sprague, F. A., The botanical name of the Quince. Journ. of Bot. **62** (1924), 343.
Standford, Economic application of seaweed. Pharm. Journ. **13** (1883), 1019, 1037.
— Economic application of seaweed. Pharm. Journ. **14** (1884), 1009 etc.
— Journ. Chem. Soc. (1886), 218.
Stolze, F. u. Andreas, F. C., Die Handelsverhältnisse Persiens. Peterm. Mitteil., Ergänzungsband 17 (Heft 77), (1885), 14.
Swan, J. G., On the economic value of the Giant Kelp and other seaweeds of the northwest coast of North America. Bull. U. S. Fish. Commission **13** (Washington 1894).
Takao, Y., Sur quelques Algues marines qui sont employées à la fabrication de l'Agar-Agar. Journ. Pharm. et Chemie Paris **15** (1917).
Tanret, G., Sur les inosites du gui. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **145** (1907), 1196—98.
Thamm, R., Über Salepschleim. Ein Beitrag zur Kenntnis der Pflanzenschleime. Dissertation. (München 1903).
van Tieghem, Ph., Anatomie des fleurs et du fruit du gui. Ann. Sc. Nat., Sér. V, **12** (1869), 101—124.
Tobler, F., Über die Brauchbarkeit von Mangins Ruthenlumat als Reagens für Pektinstoffe. Zeitschr. wiss. Mikroskopie **23** (1906), S. 182—186.
— Biologie der Flechten. Berlin (1925).
Tollens, B., Handbuch der Kohlenhydrate. 2. Aufl. Bd. I (1888).
Tollens, B., Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate (1914), 486 ff.
— u. Oshima, Ber. d. d. Chem. Ges. **34** (1901).
Tomann, G., Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleimes von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und dessen biologische Bedeutung. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **105**, I (1906), Nr. 5.
Trécul, A., Des mucilages chez les Malvaceae, Sterculiaceae, Cactaceae et Orchideae indigènes. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris (1862), 314.
Trier, G., Chemie der Pflanzenstoffe. (Berlin 1924), 358—361.
Tschirch, A., Angewandte Pflanzenanatomie. Bd. I (Wien-Leipzig 1889), 123—125, 193 bis 208 usw.
— Handbuch der Pharmazie. Bd. I (Leipzig 1909), Bd. II, 1 (Leipzig 1911).
— u. Oesterle, O., Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. Abt. I (Leipzig 1895), Abt. II (1900).
— u. Walliczek, Arch. Pharm. **231** (1893), 313.
Tubeuf, K. v., Monographie der Mistel. (München-Berlin 1923.)
Tunmann, O., Über die Sekretdrüsen. Dissertation. (Leipzig 1900).
— Pharm. Zentralhalle (1906), 725.
— Zur Kenntnis der Laminaria. Pharm. Zentralhalle (1907), 241.
— Über das Jod und den Nachweis desselben in den Laminariaceae. Pharm. Ztrbl. (1907), 505.
— Untersuchungen über die Aleuronkörner einiger Samen. Pharm. Zentralhalle (1909), No. 26.
— Einige Bemerkungen über Agar-Agar. Pharm. Ztrbl. **50** (1909), 233.
— Anatomie und Inhaltsstoffe von *Chondrus crispus*. Apothek.-Zeitung (1909), No. 17.
— Pflanzenmikrochemie. (Berlin 1913), 576—589.
Uloth, W., Über Pflanzenschleim und seine Entstehung in der Samenepidermis von *Plantago maritima* und *Lepidium sativum*, Flora, **58** (1875), 193—200, 209—216.
Vauquelin, Annal. d. Chim. **80** (1811), 314.
Villiers et Collin, Traité des altérations et falsifications. (Paris 1900), 833.
Vogl, A. E., Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie. (Wien 1887), 125.
— A. v., Kommentar zur 7. Ausg. der österr. Pharmakopoe. Bd. II (1892).
de Vries, W. H. et Harting, P., Monographie des Marattiacées. (Leiden und Düsseldorf 1853.)
Walliczek, Studien über die Membranschleime vegetativer Organe. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **25** (1893), 209—277; vgl. auch Arch. d. Pharmazie (1893), 313.
Warburg, O., Die Pflanzenwelt. Bd. I (Leipzig-Wien 1913); Bd. II (1916); Bd. III (1922).
Watt, H., A Dictionary of the economic products of India. Vol. I—IV, 4 (London and Calcutta 1889—93.)
Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe. (Jena 1911.)
Weinling, A., Die Pflanzenchemie. (Leipzig 1839), S. 567—574.
Widtsoe u. Tollens, Über Arabinose, Xylose, Fucose aus Traganth. Ber. deutsch. Chem. Ges. **33** (1910), 132.
Wieke, W., Liebigs Annal. **79** (1851); **81** (1852).

Wiesner, J., Über das Gummiferment. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien **92** (1885), I, 50 usw.
— Rohstoffe des Pflanzenreichs. 3. Aufl., Bd. I (Leipzig 1914); Bd. II (1918); Bd. III (1921).
Wigand, A., Über die Desorganisation der Pflanzenzellen, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz. Pringsh. Jahrb. wiss. Bot. **3** (1861), 115—182.
— Lehrbuch der Pharmakognosie. 4. Aufl. (Berlin 1887.)
Wille, N., Siebhyphen bei den Algen. Ber. d. d. Bot. Ges., **3** (1885), 29.
— Bidrag till algernes physiologiske anatomi. Kgl. svensk vet. acad. Handl., Bd. 21 (1885), No. 12.
Wilson, J., The mucilage- and other glands of the Plumbagineae. Ann. of Bot. **4** (1850), 231—258.
— E. H., A Naturalist in Western China, Vol. II (London 1913), 72.
Winkler, Pharmaz. Magaz. **22**, 174.
Wisselingh, C. v., Die Zellmembran. In: Linsbauer, Handbuch d. Pflanzenanatomie III, 2 (Berlin 1924), 78.
Wittlin, J., Über die Bildung der Kalkoxalat-Taschen. Bot. Clbl. **67** (1896), 33, 65, 129.
Wittmack, L., Landwirtschaftliche Samenkunde. (Berlin 1922.)
Wittstein, G. C., Handwörterbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs. In: Encyclop. d. Naturwissenschaften, Abt. II, 2. (Breslau 1882.)
Wühlrich u. Gutbier (1923).
Wuitner, E., Les Algues Marines côtes de France. In: Encyclop. pract. du naturaliste, T. VII. (Paris 1921.)
Yendo, K., A monograph of the genus Alaria. Journ. College Sc. Imp. Univ. Tokyo **43** (1919).
Ziegenspeck, H., Milchsäfte und Schleime. Botan. Archiv. **7** (1924), 141—174.
Zimmermann, A., Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. (Breslau 1887), 126—131.
Zörnig, H., Arzneidrogen. Teil I (Leipzig 1909).
— Arzneidrogen. Teil II (Leipzig 1911).

Nachtrag.

Goebel, K., Über Schleimfarne und Ärophore. (Morph. u. biolog. Schilderungen VIII.) Ann. Jard. Bot. Buitenzorg **36** (1926), 84—106.
Gruzewska, Z., Les substances mucilagineuses de Laminaria flexicaulis. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **173** (1921), 52—54.
Guérin, P., Le mucilage chez les Urticées. Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris **174** (1922), 480—482.
Kaiser, A., Der heutige Stand der Mannafrage. Mitt. Thurg. Naturf. Ges. (1924), H. 25.
Molisch, H., Pflanzenbiologische Schilderungen. (Jena 1926.) — V. Massenvegetation von eßbaren Mikroorganismen. S. 104—108.

H. Melchior.

Stärke.

(W. von Brehmer, Chemischer Teil von S. Zeisel.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Allgemeiner Teil	1913
I. Allgemeines, Begriffsbestimmung, Geschichte	1913
II. Stärkekörner	1916
III. Das Vorkommen der Stärke in der Pflanze	1923
IV. Die Gewinnung der Stärke	1926
V. Eigenschaften und Verwendung der Stärke	1929
VI. Chemische Charakteristik der Stärke	1933
B. Besonderer Teil	1953
I. Aufzählung, systematische Gliederung und pflanzengeographische Verbreitung der wichtigsten stärkeliefernden Pflanzen	1953
II. Besondere Beschreibung der wichtigsten Stärkesorten des Handels	1961
1. Weizenstärke	1962
2. Reisstärke	1965
3. Maisstärke	1966
4. Sago	1967
5. Die Stärke von *Colocasia antiquorum* Schott	1971
6. Stärke der Kaiserkrone	1971
7. Tacca-Stärkemehl	1972
8. Dioscoreenstärke	1973
9. Bananenstärke	1975
10. Westindisches Arrowroot	1976
11. Ostindisches Arrowroot	1978
12. Kannastärke	1978
13. Kastanienstärke	1979
14. Die Stärke des Brotfruchtbaumes	1979
15. Buchweizenstärke	1980
16. Stärke von *Castanospermum australe*	1980
17. Maniokstärke	1981
18. Roßkastanienstärke	1984
19. Die Stärke der Batate	1985
20. Kartoffelstärke	1986
C. Literatur	1989

A. Allgemeiner Teil.

I. Allgemeines, Begriffsbestimmung, Geschichte.

Die »Stärke« oder das »Kraftmehl«, »Satzmehl«, »Stärkemehl«; »Amidon«, »fécule« des französischen, »starch« des englischen Handels, »Amylum« der Pharmakopöen gehört zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen. Nur den Schizophyceen, Bacillariophyten, Phaeophyceen, den echten Pilzen und einigen anderen Pflanzen fehlt sie. Die Stärke findet seit alter Zeit eine ausgedehnte mit den industriellen Fortschritten sich immer mehr steigernde Verwendung. Eine Geschichte der Stärke im Altertum haben Herstein (104), ferner Brown und Heron (26) verfaßt. Einen historischen Überblick über die Mikroskopie der Stärke gibt Czapek (44). Ich beschränke mich daher darauf, hier einen kurzen Abriß der Geschichte der Stärke und ihrer Fabrikation zu geben.

Geschichtliches. Den alten Griechen und Römern war die Stärke bereits bekannt. Das Wort amylum (α priv. und μύλος = Mühlstein) bezeichnet einen Körper, welcher, ohne vermahlen worden zu sein, doch wie Mehl aussieht, nämlich Pulverform besitzt [Kopp (136)]. Die ältesten Nachrichten über Stärke (Weizenstärke) und ihre Bereitung finden sich bei M. P. C. Cato (geb. 234 v. Chr.) in seinem Werke über die Landwirtschaft. Sehr bekannt wurden die Nachrichten über Stärke durch Dioscorides und Plinius den Älteren, der den Einwohnern der Insel Chios die Entdeckung ihrer Darstellung aus Weizenmehl zuschreibt [Musspratt (164)]. Den Ägyptern war die Weizenstärke gleichfalls bekannt. Wie Wiesner (242) fand, sind die ältesten arabischen Hadernpapiere (Fund von el Faijûm, unter anderem enthaltend Papier aus dem 8. Jahrhundert n. Chr. und später) mit Weizenstärkekleister geleimt gewesen. Später von Wiesner ausgeführte Untersuchungen des chinesischen Papiers haben gelehrt, daß die Araber die Stärkeleimung des Papiers von den Chinesen übernommen haben. Wiesner konnte die Stärkeleimung der chinesischen Papiere bis ins 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung zurückverfolgen [Wiesner (241)]. Diese Erfindung ist verlorengegangen und tauchte erst wieder im 19. Jahrhundert auf, etwa gleichzeitig mit der Maschinenpapierfabrikation.

Im Mittelalter fand die Stärke nur wenig Verwendung. Die Schule von Salerno

führte sie in die Heilkunde ein. Im 17. Jahrhundert führen die Apotheken wohl Stärke (»faecula«), aber nicht Weizenstärke, sondern das Amylum der Knollen von *Arum maculatum, Bryonia alba, Iris florentina* und *Paeonia officinalis* [Flückiger (73, 1)]. — Unter den Kolonialprodukten erscheinen früh »Sago«, »Tapioka« [über die Geschichte der Tapioka siehe die interessanten, von Flückiger (73, 2) mitgeteilten Daten] und die »Arrowroot-Sorten«, von welchen das sogenannte westindische auch heute noch offizinell ist. Als man in den Kulturländern mit diesen feinen tropischen Stärkesorten bekannt wurde, verwandte man sie (wie heute noch) zu feinen Gebäcken und anderen Nahrungsmitteln.

Das alte Gewerbe der Weizenstärkebereitung hat sich nicht nur erhalten, sondern mit dem steigenden Bedarf an Stärke weiter entwickelt, und namentlich ist es der Aufschwung der Textil- und Papierindustrie im 19. Jahrhundert, welcher die Fabrikation der Stärke aus Weizen zu einem wichtigen Industriezweig emporhob, während die fabrikmäßige Darstellung der Stärke aus Kartoffeln hauptsächlich auf die Entdeckung der leichten Umwandlung der Stärke in Zucker (Kirchhoff 1811) und Dextrin zurückzuführen ist.

Die Kartoffel ist in Europa allerdings schon seit dem Ende des 16. Jahrhunderts bekannt, aber die Ausbreitung dieser heute fast in der ganzen Welt kultivierten Pflanze, selbst in den Tropen und auf Island gebaut, hat lange gedauert. Erst seit etwa einem Jahrhundert breitete sich ihre Kultur allgemein aus; aber noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts sah sich die russische Regierung genötigt, den Anbau dieser Pflanze durch Prämien zu fördern. Schon bei der Einführung in Europa suchte man die Kartoffel auch für die Stärkebereitung zu benutzen. Friedrich der Große hat nicht nur den Kartoffelbau energisch gefördert, sondern in einer Kammerverordnung vom 10. Dezember 1765 die Erzeugung von Kartoffelstärke angeregt, welche am Ende des 18. Jahrhunderts in Deutschland noch vielfach im Hause betrieben wurde, aber doch auch schon die Form eines auf — allerdings sehr primitivem — Maschinenbetrieb fußenden Industriezweiges anzunehmen begann [Saare (204, 1), s. auch Parow (177)]. Tatsächlich ist aber die moderne Herstellung der Kartoffelstärke von Frankreich ausgegangen, wo N. C. Bloch 1811 diesen Industriezweig zu Düttlenheim im Elsaß einführte. Auch heute blüht noch die Kartoffelstärkefabrikation in Frankreich, besonders in den Departements Vosges, Oise, Loire, Sarthe und Seine. In den dreißiger Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts hat der Aufschwung der deutschen Textil- und Papierindustrie und später die starke Nachfrage nach Stärkezucker zum Gallisieren des Weins auf die Erzeugung der Kartoffelstärke ungemein befruchtend gewirkt, und heute steht Deutschland als Produzent dieser Stärke obenan, indem daselbst nicht weniger als 663 Kartoffelstärkefabriken (in Preußen bestehen 630 Fabriken; sodann folgen Mecklenburg, Anhalt, Braunschweig, Hessen usw.) tätig sind.

An die im Großen betriebene Ausbeutung der Kartoffel in der Stärkebereitung schloß sich die fabrikmäßige Darstellung der Reisstärke (zuerst in England) und der Maisstärke (zuerst in Nordamerika) an und nunmehr ist man bestrebt, auch andere Rohmaterialien, insbesondere tropische, zur Stärkeerzeugung heranzuziehen. Hier aber stehen wir noch am Anfang; allein der immer mehr zunehmende industrielle Verbrauch an Stärke wird zweifellos dahin führen, die reichsten Quellen vegetabilischen Rohstoffs auch in Rücksicht auf die Stärke der europäischen und nordamerikanischen Industrie nutzbar zu machen. Die tropischen Stärkearten werden vielfach noch nach rohen, althergebrachten Methoden erzeugt, wie etwa im 18. Jahrhundert bei uns die Kartoffelstärke hergestellt wurde. Nunmehr hat man auch in den Tropen die Stärkeerzeugung, unter anderem auch durch Einführung von Maschinenbetrieb, rationell gestaltet. So wird die »Maratanstärke« auf St. Vincent schon nach den Prinzipien des Großbetriebs der Kartoffelstärkefabrikation dargestellt. Die Erzeugung des »Sago« ruht in Singapore teilweise noch in den Händen der Chinesen und erfährt keinen Fortschritt; aber die in den Straits Settlements importierte »Tapioka«erzeugung, welche anfangs nur von Chinesen, beiläufig nach dem Muster der Sago-

gewinnung, betrieben wurde, nimmt jetzt, wo die Europäer eine maschinelle Darstellung dieses Körpers in Angriff genommen haben, einen hohen Aufschwung, und in dem genannten hinterindischen Gebiet ist die anfangs vorhandene chinesische Konkurrenz vollständig beseitigt. »Der große Troß der Chinesen,« sagt Semler (208, 1) mit Beziehung auf die neue Ära der Tapiokafabrikation in den Straits Settlements, »fährt fort, nach der hergebrachten rohen Methode Tapioka zu bereiten; ihre Ware ist aber in einen solchen Mißkredit gekommen, daß man sie zur Verschiffung nach Europa nicht mehr ankaufen will. Die europäischen Fabrikanten beherrschen die Situation.«

Die Einführung von »Sago« und »Tapioka« in Europa hat auf die europäische Industrie insofern befruchtend gewirkt, als die Kartoffelstärke durch Umwandlung in die Sago- und Tapiokaform (inländischen Sago, Kartoffelsago usw.) einer neuen und sehr gewinnbringenden Verwertung zugeführt wurde.

In der Handelsware erscheint die Stärke, abgesehen vom Wassergehalt und von kleinen Mengen nebenher auftretender Substanzen, im wesentlichen in dem Zustand, in welchem sie in den Pflanzenzellen auftritt.

Die Stärke findet sich in der Pflanze stets in Form der Stärkekörner, nie gelöst, nie in formlosem Zustande. Die Stärkekörner tragen manche Eigentümlichkeiten an sich, welche man sonst nur bei belebten, organisierten Teilen der Lebewesen findet, besonders erblich festgehaltene äußere und innere Gestaltung. Die Stärkekörner bestimmter Pflanzen und Pflanzenteile weisen ja ganz bestimmte Formen und Strukturen auf und auch bezüglich der Größe bewegen sie sich innerhalb fester Grenzen. Diese und noch andere Gründe, auf die hier nicht eingegangen werden kann, wurden herangezogen, um die Stärke den organisierten Inhaltskörpern der Pflanzenzelle beizuzählen, also solchen, welche eine für Lebenszwecke bestimmte Struktur, eine innere Gliederung, besitzen. Diese lange herrschend gewesene Ansicht hat sich später als vollkommen unrichtig herausgestellt. Die Stärkekörner müssen vielmehr in die Kategorie der organoiden Inhaltskörper der Pflanzenzelle gestellt werden [Wiesner (240)]. Hierunter sind alle festen Inhaltskörper der Zelle zu verstehen, die, vom Anfang an leblos, unter Mitwirkung der lebenden Substanz entstehend, erblich festgehaltene Formen annehmen, aber auch noch andere erblich festgehaltene Eigentümlichkeiten (Struktur, Dichte usw.) besitzen können.

Die Stärke bietet ein großes technisches und ein sehr vielseitiges biologisches Interesse dar. Das Schwergewicht der Darstellung muß hier auf die Eigenschaften der Stärke gelegt werden, welche auf ihre praktische Verwendung und besonders auf die Unterscheidung der praktisch verwendeten Stärkesorten Beziehung haben. Hingegen können die biologischen Verhältnisse hier nur insoweit hervorgehoben werden, als es zum Verständnis des Wesens und der Bedeutung dieses Körpers erforderlich erscheint. Eine ausführliche Biologie der Stärke bringen Czapek (44) und Abderhalden (1 und 2).

Ohne der später folgenden eingehenden chemischen Charakteristik der Stärke vorgreifen zu wollen, ist es erforderlich, dem auf die Morphologie und Physik der Stärkekörner beziehungnehmenden Teil dieses Abschnitts die Bemerkung voranzuschicken, daß die Stärke kein chemisches Individuum, sondern ein Stoffgemenge ist, bestehend nach den Untersuchungen von Maquenne und Roux aus »Amylose« und »Amylopektin«. Über die prozentualen Mengen dieser beiden Komponenten bei einigen Stärkesorten siehe Tanret (216). Ferner treten im Stärkekorn noch kleine Mengen organisch gebundener Phosphorsäure auf, im Amylopektin der Kartoffelstärke nach Samec und Isajevic (205) 0,175 % P_2O_5 und Spuren von Kalium und Kalzium. Das Molekulargewicht der Stärke ist noch nicht festgestellt [siehe auch Karrer (123)]. Da ferner die Stärkesorten des Handels in den Eigenschaften weit auseinandergehen, dagegen im wesentlichen die gleiche chemische Beschaffenheit darbieten, so wird sich ihre Unterscheidung in erster Linie auf die Morphologie der sie zusammensetzenden Stärkekörner stützen müssen. Eine ausführliche Besprechung der Mehlsorten ist unterblieben, da sie den

Rahmen dieses Werkes überschreitet. Ich verweise auf die Werke von König (131, 132, 133 und 134), König und Bartschat (135), Hager-Mez (91), Maurizio (155), Herter (106, 107, 108 und 109), Unna (225), Posner (188), Wallis (230), Neumann (168), Amberger (9), Fechner (71), Wiedmann (237), Abel (3), Gerum (79) und auf die bei Aufzählung und Besprechung der verschiedenen Stärkesorten angeführte Literatur.

II. Stärkekörner.

Entstehung der Stärkekörner. Die Stärkekörner können nur in der lebenden Zelle entstehen und nur in dieser sich weiter entwickeln. Dies ist

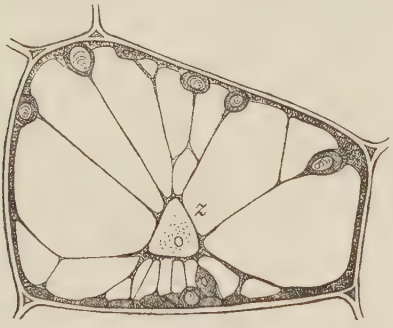


Abb. 1.
Vergr. 500 mal. Peripher gelegene Parenchymzelle einer ergrünenden Kartoffelknolle; vom Zellkern *z* aus strahlen Plasmafäden gegen die (autochthone) Stärkekörner enthaltenden Chlorophyllkörner (Nach G. Haberlandt.)

lange bekannt. Aber lange Zeit glaubte man, daß die Stärkekörnchen sich im allgemeinen Protoplasma bilden können. Spätere, von A. F. W. Schimper ausgeführte Untersuchungen haben jedoch (1880) bewiesen, daß die Bildung der Stärkekörnchen von bestimmten lebenden Teilen der Pflanzenzelle, von den Stärkebildnern (Amyloplasten und Leukoplasten) ausgeht. Sehr häufig fungieren die Chlorophyllkörner als Amyloplasten, also jene Protoplasmagebilde, die unter dem Einfluß des Lichtes grüne Farbe annehmen. Die Chlorophyllkörner sind als Amyloplasten am längsten bekannt. Aber auch in unterirdischen Pflanzenteilen, z. B. in der Kartoffelknolle, entsteht die Stärke nur unter Mitwirkung von Amyloplasten, die aber farblos sind. Die Amyloplasten sind zumeist rundlich, vielfach auch scheibenförmig gestaltet. Wenn die Chlorophyllkörner als Amyloplasten fungieren, so entstehen die Stärkekörner stets im Innern dieser Protoplasmagebilde (Abb. 1). Sonst werden die Stärkekörner von einer bestimmten Seite der Amyloplasten her aufgebaut: die Stärkesubstanz

Abb. 2.
Vergr. 850 mal. Zellkern (*z*), *pl* Amyloplasten und von diesen erzeugte Stärkekörner *st* aus der jungen farblosen Knolle von *Phajus grandifolius*. (Nach A. F. W. Schimper.)

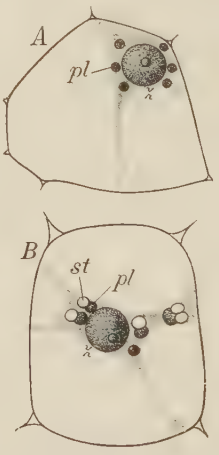


Abb. 3.
Vergr. 850 mal. *A* sehr junge Zelle des Markparenchyms aus dem Rhizom von *Canna gigantea*. *B* etwas ältere Zelle. *z* Zellkern. *pl* Plastiden (Amyloplasten), welche Stärkekörner (*st*) erzeugen. (Nach A. F. W. Schimper.)

wird hier gewissermaßen nach einer Seite hin von dem Stärkebildner ausgeschieden (Abb. 2 und 3). Nach A. Meyer (156) entstehen alle Stärkekörnchen im Innern der Amyloplasten, deren Substanz häufig in ungleicher Dicke die Stärkekörnchen umgibt. Es wird jedoch vom Autor selbst angegeben, daß es in solchen Fällen oft schwierig ist, die Amyloplastenhülle nachzuweisen. Vgl. z. B. Abb. 2, in der diese Hülle (über der Scheibe) nicht zu sehen ist.

Form der Stärkekörner. Für das Verständnis der morphologischen Ver-

hältnisse der Amylumkörner ist erforderlich, zu wissen, daß sie niemals homogene Massen sind, sondern einen geschichteten Bau besitzen, und daß die Ausfüllung der innersten Schicht als Kern bezeichnet wird. Auf diese Verhältnisse der Struktur der Stärkekörner wird später eingegangen werden.

Nach Nägeli (166) hat man einfache, echt zusammengesetzte, unecht zusammengesetzte und halb zusammengesetzte Stärkekörner zu unterscheiden. Die Einteilung beruhte auf Vorstellungen über die Entwicklungsweise der Körner, welche sich als unrichtig herausstellten. Siehe hierüber Arth. Meyer (156). Auf die

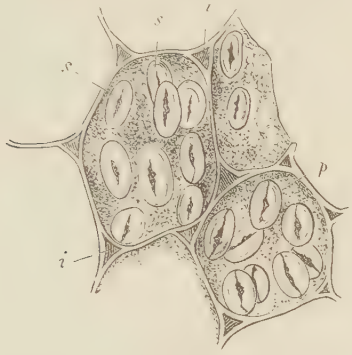


Abb. 4.
Vergr. 300 mal. Ein Gewebsstück aus den Keimblättern der Erbse. *s s* Stärkekörnchen. *p* Protoplasma. *i i* luftführende Interzellulargänge.

entwicklungsgeschichtlich wohl begründete Einteilung Meyers in monorche, komplexe, solitäre, adelphische Stärkekörner kann hier nicht eingegangen werden, da sie wohl in biologischer Beziehung von Wert ist, aber für die Unterscheidung der Stärkesorten nicht herangezogen werden kann. Sieht man von der Entwicklung ab und unterscheidet die Körner nach ihren uns anschaulich entgegentretenden morphologischen Eigentümlichkeiten der fertigen Zustände, so läßt sich die Nägelische Einteilung für die Unterscheidung der Stärkekörnerarten praktisch verwerten.

Hiernach sind folgende Arten von Stärkekörnern zu unterscheiden: 1. Einfache Stärkekörner, die nur einen Kern und um diesen herum nur ein Schichtensystem besitzen (siehe Abb. 6 *a—b*). 2. Echt zusammengesetzte Stärkekörner. Sie bestehen aus zwei oder mehreren Körnern, von denen jedes einen Kern und ein Schichtensystem aufweist (Abb. 5 *B a*). 3. Halb zusammengesetzte Körner. Dies sind zusammengesetzte Stärkekörner, die von einer oder mehreren gemeinsamen Schichten umgeben sind (Abb. 6 *c*). Diese Art von Stärkekörnchen tritt verhältnismäßig nur selten auf.

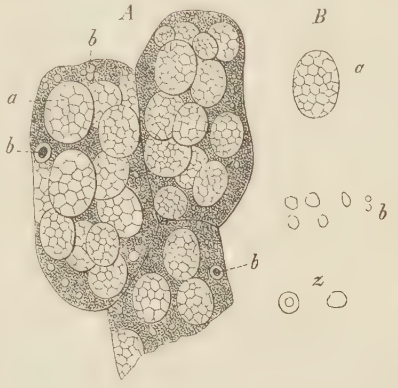


Abb. 5.
Vergr. 300 mal. *A* stärkeführende Zellen aus dem Endosperm des Hafers. *a* echt zusammengesetzte, *b b* einfache Stärkekörner. *B* Haferstärke. *a* zusammengesetztes Korn. *b* Teilkörner. *z* dieselben, stärker vergrößert.

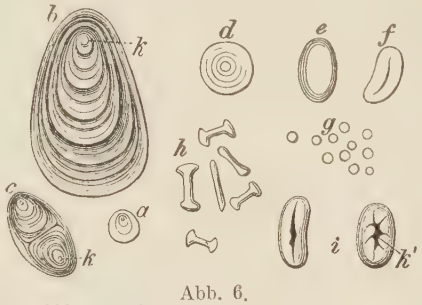


Abb. 6.
Vergr. 300 mal. Stärkekörner. *a—c* aus der Kartoffel. *a* junges, *b* herangewachsenes einfaches, *c* herangewachsenes halb zusammengesetztes Korn. *d—f* große, *g* kleine Stärkekörner aus dem Mehlkörper (Endosperm) des Weizens, *d* nach Behandlung mit Chromsäure, *h* aus dem Milchsafte von *Euphorbia splendens*, *i* aus den Keimblättern der Bohne. *k* Kern des Korns, *k'* lufterfüllte Höhle, durch Eintrocknung der weichen Kernsubstanz entstanden.

Manche Stärkesorten bestehen nur aus einfachen Körnern (z. B. die Stärke der gewöhnlichen Hülsenfrüchte), andere nur aus zusammengesetzten (z. B. die Stärke der Tapioka, welche fast nur aus Zwillingskörnern besteht); in der Kartoffelknolle kommen einfache, zusammengesetzte und halb zusammengesetzte Stärkekörner vor. T. F. Hanausek (95) hat

in den giftigen Bohnen von *Phaseolus lunatus* (Gift- oder Blausäurebohnen) in kleiner Menge auch Zwillings- und Drillingskörner nachgewiesen. Einen seltenen Ausnahmefall bildet die Stärke aus der Châtaigne de la Guiane (*Pachira aquatica*), welche, abgesehen von wenigen einfachen, nur aus halb zusammengesetzten Stärkekörnchen besteht (Abb. 7).

Die Gestalt der Amylumkörner, und zwar der einfachen, bzw. der Teilkörner der zusammengesetzten, ist fast stets rundlich und nur wenn Stärkekörner in beschränktem Raume sich noch eine Zeit

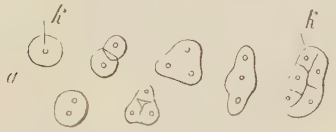


Abb. 7.
Vergr. 300 mal. Stärkekörner der Châtaigne de la Guiane (*Pachira aquatica*), alle halb zusammengesetzt bis auf das Korn *a*. *k* Kerne.

weiter entwickeln, kommt es zu abgeplatteten (polyedrischen) Hemmungsbildungen. Nur sehr selten haben die Stärkekörner von den angegebenen verschiedene Formen, Folgen von sehr komplizierten Wachstumsvorgängen, so z. B. die schenkelknochenförmigen Stärkekörner aus dem Milchsafte der Euphorbiaceen (Abb. 6 *h*). In den käuflichen Stärkesorten findet man fast nur runde und polyedrische Formen.

a) Runde Formen.
Kugelig: einfache Stärkekörnchen des Hafers, viele der kleinen Stärkekörnchen von Weizen, Roggen und Gerste.
Elliptisch (etwas abgeplattet): Stärke der Hülsenfrüchte.
Linsenförmig: große Stärkekörnchen von Weizen, Roggen und Gerste.
Scheibenförmig: Stärkekörnchen von *Curcuma leukorrhiza* (Knollen).
Stabförmig gestreckt: Stärke von *Musa paradisiaca* (Frucht).

b) Polyedrische Formen.
Einfache Stärkekörnchen von Reis, Mais und Buchweizen. Teilkörner von Reis, Hafer usw.

Die Teilkörner der zusammengesetzten Stärkekörner halten oft zwischen den runden und polyedrischen Formen die Mitte, indem an ihnen entweder eine sphärische und eine ebene Fläche vorkommt (Zwillingskörner des Tapioka und des Sago) oder die Begrenzung durch mehrere ebene und eine oder mehrere gekrümmte Flächen erfolgt.

Die Größe der Amylumkörner muß als höchst wechselnd bezeichnet werden. Dies erkennt man nicht nur beim Vergleiche der Stärkekörner verschiedener Pflanzen, sondern auch, wenn man die Stärkekörner verschiedener Organe einer und derselben Pflanze gegeneinander hält. Selbst die Stärkekörner eines und desselben Gewebes zeigen niemals eine mathematische Übereinstimmung ihrer Dimensionen untereinander. Nicht nur daß, wie dies z. B. im Endosperm von Weizen, Gerste und Roggen der Fall ist, in einer und derselben Zelle mehrere in Form und Größe verschiedenartige Stärkekörner vorkommen, lassen selbst die Körner der gleichen Art eine gewisse Variation der Größe stets mehr oder weniger deutlich erkennen. Diese Variation bewegt sich aber immer innerhalb gewisser, bestimmbarer Grenzen, so daß die Größe der Körner für die Charakterisierung der Stärkesorten einen sehr wichtigen Anhaltspunkt gewährt. Die Bestimmung von mittleren Größenwerten besitzt für die Unterscheidung der Stärkesorten weniger Wert als die Ermittlung von Grenzwerten und die Feststellung des aus einer größeren Beobachtungsreihe sich ergebenden häufigsten Wertes. Durch Aufsuchen dieser beiden letzteren Werte lassen sich die Dimensionen der Stärkekörner am zweckmäßigsten für die Charakteristik der Stärkesorten ausnutzen. Wenn z. B. die Länge von 50—60 Teilkörnern der Tapioka gemessen wird, läßt sich finden, daß die kleinsten Längen nicht unter 0,007 mm fallen, die größten nicht über 0,029 mm steigen, und daß die meisten der aufgefundenen Werte sich der Größe 0,020 mm nähern. Wenn nun durch Messung anderer Körper derselben Art eine neue Beobachtungsreihe aufgestellt und diese in derselben Weise behandelt wird, also Grenz- und häufigste Werte ermittelt werden, so gelangt man wieder zu den-

selben Resultaten. Wenn hingegen aus den gleichen Beobachtungssreihen Mittelwerte berechnet werden, so ergeben sich hierbei stets, und zwar nicht selten, erhebliche Differenzen.

Nach der Größe der Körner kann man große, mittlere und kleine Stärkekörner unterscheiden.

Kleine Körner (etwa 2—15 μ. μ = Mikromillimeter = 0,001 mm — im Durchmesser):

Teilkörner und einfache Körner von Reis, Hafer, Buchweizen.

Die sog. kleinen Stärkekörnchen von Weizen, Roggen, Gerste usw.

Körner mittlerer Größe (etwa 20—50 μ):

Zusammengesetzte Körner von Reis, Hafer.

Die sog. großen Stärkekörnchen von Weizen, Roggen und Gerste.

Einfache Körner vom Mais.

Die Stärkekörner der Hülsenfrüchte.

Die Teilkörner der Tapioka usw.

Große, schon mit freiem Auge wahrnehmbare Stärkekörner:

Die einfachen Stärkekörner von *Curcuma leukorrhiza, Canna edulis,* der Kartoffel, vom echten Sagobaume usw. Die größten, bisher beobachteten Stärkekörner fand Eichler (58) in den Rhizomschuppen von *Lathraea squamaria* Z. (210—275 μ lang und 60—159 μ breit).

Wenn in einer Stärkeart Körner von verschiedener Größe vorkommen, so ergeben sich in manchen Fällen Größenwerte, die für die Sorten dieser Stärkeart charakteristisch sind. So haben Saare und Parow, wie weiter unten näher dargelegt werden wird, die im Fabrikbetrieb sich einstellenden Sorten der Kartoffelstärke durch die Größen der Stärkekörner gekennzeichnet.

Struktur der Stärkekörner: Alle einfachen Stärkekörner und ebenso alle Teilkörner eines zusammengesetzten Stärkekorns sind geschichtet. Zwischen einer äußeren fortlaufenden, hautförmigen Grenzschicht und einem stets in der Achse, manchmal in der Mitte des Korns liegenden Kern ist ein System von Schichten anzutreffen, von denen jede einzelne, ebenso wie die Grenzschicht, eine fortlaufende, gewöhnlich geschlossene Haut darstellt. An jedem Stärkekorn kann man mithin einen Kern und Schichten erkennen.

Bei manchen Stärkekörnern erscheinen wohl die inneren, nicht aber die äußeren Schichten geschlossen. Nach A. Meyer besteht jedes normal zur Entwicklung gekommene Stärkekorn aus durchaus geschlossenen Schichten, und nur durch Lösung der äußeren Schichten kann es vorkommen, daß sie nicht geschlossen sind und als übereinanderliegende Platten oder wenig gewölbte Schalen in Erscheinung treten. In äußersten Fällen besteht ein solches durch Lösung angegriffenes Korn nur aus übereinanderliegenden Scheiben (A. Meyer).

Beijerinck (17) nimmt an, daß die Oberfläche des Stärkekorns aus einer Mischung der eiweißartigen Substanz des Leukoplasts mit der dadurch gebildeten Granulose besteht. Die Hautschicht des Korns wird nach Ansicht dieses Autors durch den Leukoplast inkrustiert, der sich beim weiteren Wachstum jedoch wieder zurückzieht; dabei wird die Amylozellulose in Granulose verwandelt. Dieser Hypothese tritt Zwikker (260) entgegen, nach dessen Untersuchungen die Oberhaut des Stärkekorns nicht aus einer chemisch differenzierten Schicht besteht.

Der Kern eines jeden Stärkekorns ist stets wasserreicher und weicher als die ihn umgebenden Schichten. Immer ist der Kern von der Umgebung optisch unterschieden, und fast immer liegt der Grund hierfür in dem geringeren Brechungsindex der Substanz des Kerns gegen die Nachbarsubstanz. Die trockenen Stärkekörnchen führen an Stelle des Kerns häufig einen kleinen kugeligen oder spaltenförmigen Hohlraum, der mit Luft gefüllt ist und infolgedessen im Mikroskop schwarz erscheint. Der Kern liegt, wie schon erwähnt, stets in der Achse des Korns; befindet er sich genau in der Mitte des Korns, so nennt man ihn zentral, ist er hingegen einem der Enden näher als dem anderen, so wird er als exzentrisch bezeichnet.

Nach Gillis (80) liegt der Nabel (Nile) des Stärkekorns im Innern des Korns, er erscheint anfänglich als Mittelpunkt, um den sich allmählich die verschiedenen Schichten lagern.

Über Spaltenbildung bei Kartoffel- und Weizenstärke und Arrowroot in gesättigter Chlornatriumlösung, Zuckerlösung usw. s. Reuß (194).

Die Schichten treten nicht immer mit gleicher Schärfe hervor. Die Stärkekörner der *Canna edulis*, der *Curcuma leukorrhiza*, der Kartoffel erscheinen stets ausgezeichnet geschichtet; an anderen, wie z. B. an den großen Stärkekörnern von Weizen, Roggen und Gerste, sind die Schichten undeutlich, oft direkt mit den besten optischen Hilfsmitteln nicht zu sehen; endlich gibt es Amylumsorten, deren Körner keinerlei Schichtung zeigen,

Abb. 8.
Stärke von *Hemigrapha latebrosa* Nees. 1140 : 1.

wie z. B. die Stärkekörner aus der gelben Rübe und aus den Samen der *Hemigrapha latebrosa*. Die Stärkekörner der süßen Kastanie (s. Nr. 13), bilden entweder gar keine Schichten oder nur eine Randzone aus. — Durch Behandlung mit Säuren und Alkalien werden die Schichten deutlicher. Viele Stärkekörner, die im unveränderten Zustand gar keine oder nur eine höchst undeutliche Schichtung zu erkennen geben, werden durch Chromsäure [Weiß und Wiesner (234)] oft überaus deutlich geschichtet, so z. B. die großen Stärkekörner von Weizen, Roggen und Gerste. Es gibt Stärkesorten, deren Körnchen bis jetzt noch nicht in Schichten zerlegt wurden, so z. B. die Amylumkörner aus den Samen von *Hemigrapha latebrosa* (Abb. 8). Aber auch solche Körner scheinen nichtsdestoweniger doch geschichtet zu sein, wie ihr optischer Charakter vermuten läßt. — Die Schichtung ist entweder konzentrisch oder exzentrisch, je nachdem sie um einen zentralen oder exzentrischen Kern gelagert ist.

Ein zentraler Kern und konzentrische Schichten finden sich an den Stärkekörnchen von Reis, Hafer, Roggen, Weizen, Mais usw.; ein exzentrischer Kern und exzentrische Schichten an den Amylumkörnchen der Kartoffel-, Kanna-, Kurkumastärke. — Die Größe der Exzentrizität ist für die Körner bestimmter Sorten konstant. Sie wird bezeichnet durch einen Bruch, dessen Zähler gleich Eins, die Entfernung des Kernes vom nahen Ende, und dessen Nenner die Entfernung vom fernen Ende des Kornes in der genannten Einheit ausgedrückt, angibt. Die Exzentrizität steigt von $\frac{1}{1,5}$ bis auf $\frac{1}{70}$. Der erste Fall wurde am Port Natal-Arrowroot, der zweite von Nägeli bei *Canna lagunensis* Lindl. beobachtet.

Über das Zustandekommen der Schichten sind die Ansichten wohl nicht geklärt. Nach Nägelis Auffassung beruht die Schichtung nur auf einem Wechsel von wasserarmen und wasserreichen Schichten. Wenn nun auch nicht bestritten werden kann, daß in der Tat in einem Stärkekorn sehr häufig Schichten von höchst verschiedenem Wassergehalt vorkommen, von denen die wasserreichen im Mikroskop rötlich, die wasserarmen bläulich erscheinen, so gibt es nach Auffassung Wiesners (239) doch auch Gründe, welche dafür sprechen, daß die optisch verschiedenen Schichten chemisch different sind, nämlich die Hauptbestandteile eines Stärkekorns (Amylose und Amylopektin) in verschiedenen Mischungsverhältnissen enthalten [Weiß und Wiesner (234)]. Die Schichtung der Stärkekörner wird nach Eichwald und Fodor (59) durch »rhythmische Prozesse« bewirkt, ähnlich den Schichtungen, die R. E. Liesegang durch Kombination von chemischen Niederschlägen mit der Diffusion geeigneter Stoffe in der Niederschlagsschicht erzeugte.

Durch Einwirkung von Reagenzien läßt sich zeigen, daß die Stärkekörner nicht nur einen geschichteten Bau aufweisen, sondern daß die Schichten auch eine radiale Zusammensetzung besitzen.

Das Zustandekommen dieser Bauver-

hältnisse und die Ursache der Schichtenbildung haben namentlich Schimper, Arthur Meyer, E. Küster u. a. zu klären versucht. Während man früher die Struktur der Stärkekörner auf eine Organisation, ihr Wachstum gleich der lebenden Substanz auf Intussuszeption zurückzuführen bemüht war (Nägeli), nehmen Schimper und Arthur Meyer an, daß das Stärkekorn den Charakter eines Sphärokristalls an sich trage und gleich den kristallinischen Bildungen durch Apposition wachse.

Über die Natur dieser Sphärite oder Sphärokristalle herrscht insofern eine Differenz der Anschauungen, als die der kristallinischen Substanz gewöhnlich abgehende Eigenschaft der Quellbarkeit an den Stärkekörnern vorhanden ist. Während die einen meinen, das Stärkekorn bestehe aus Kristalloiden, d. i. Kristallen, welche die Eigenschaft der Quellbarkeit besitzen, wie z. B. die Eiweißkristalle, also das Amylumkorn als ein Sphärokristalloid betrachten (Schimper, van Tieghem), vertritt A. Meyer die Ansicht, daß es ein Sphärokristall sei, also ein Körper, der aus Teilen besteht, denen die gewöhnlichen Eigenschaften der Kristalle zukommen.

Auf welche Weise A. Meyer unter Voraussetzung des Kristallcharakters der die Stärkekörner zusammensetzenden Elemente die Quellbarkeit des Amylums erklärt, kann hier nicht näher erörtert werden, und es sei diesbezüglich auf des Autors bedeutungsvolles Werk, besonders auf das Kapitel »Die Lösungsquellung der Stärkekörner« (S. 129 ff.) verwiesen. Rodewald und Kattein (199) ist es gelungen, aus Stärkelösungen Kristallisationen zu erhalten, welche die Autoren als »künstliche Stärkekörner« bezeichnen, und die tatsächlich mit den natürlichen Stärkekörnern mehrfach übereinstimmen. Siehe über diese »künstlichen Stärkekörner« die Bemerkungen Arth. Meyers. Abderhalden (1) sieht ebenfalls das Stärkekorn als ein System von radial angeordneten Trichiten mit dazwischenliegenden Hohlräumen an, das durch eine intensive kapillare Imbibitionsfähigkeit ausgezeichnet ist, auf Grund deren es eine bedeutende Menge Flüssigkeit aufnehmen kann. Czapek (44, 2) tritt der Auffassung Arthur Meyers, daß das Stärkekorn radialtrichitischer Struktur sei, entgegen. Er hält vielmehr die Stärkekörner für ein kolloides Gel-Aggregat. [Siehe auch J. L. L. Zwicker (260) und (261) und Karrer (123).] Nach den Untersuchungen von R. O. Herzog und W. Jahnke (110) mit Hilfe der röntgenspektrographischen Methode von Debye und Scherrer erwiesen sich Reis-, Mais- und Weizenstärke als nicht amorph, sondern zeigten Interferenzstreifen, die dem rhombischen System entsprechen. Siehe auch Sponsler (212).

Über die von Maquenne und Roux begründete Auffassung, daß das Stärkekorn aus Amylose und aus Amylopectin bestehe, und über andere Aufstellungen bezüglich der chemischen Bestandteile des Stärkekorns vgl. VI.

In der Regel werden die Stärkekörner durch Jodlösung gebläut. Es ist die Amylose, welche sich mit Jod blau färbt, und keinen Kleister bildet, während sich Amylopectin mit Jod violett oder weinrot färbt und beim Erhitzen mit Wasser verkleistert. Die Farbe verschwindet beim Erwärmen und tritt beim Erkalten wieder auf. Über die Konstitution der Jodstärke siehe A. Lottermoser (148) und Berczeller (18) und den chemischen Teil. Nach A. Clementi (in 133, 1) wird durch kleine Jodmengen blaugefärbte Stärke durch Furfurol, Tyrosin, Adrenalin und einige Proteine wieder entfärbt. Selten kommt es vor, daß die Stärkekörner durch Jodlösung nicht blau, sondern weinrot gefärbt werden.

Nach genauen Untersuchungen von Arthur Meyer (158) kommt mit Jod sich rot färbende Stärke bei Vertretern folgender Familien vor:

Gramineae: *Oryza sativa* var. *glutinosa*,
Panicum milaceum var. *canditum glutinosum*,
Sorghum vulgare glutinosum.

Iridaceae: *Iris germanica*.

Orchidaceae: *Goodyra repens*, *G. discolor*,
Malaxs monophyllos,
Epipogium Gmelini,

Serapias lingua,
Phalaenopsis grandiflora, Ph. Schilleriana,
Stanhopea oculata.
Papaveraceae: *Chelidonium majus.*
Aceraceae: *Acer pseudoplatanus.*
Ericaceae: *Monotropa hypopytis.*
Gentianaceae: *Gentiana lutea, Sweertia perennis.*

Über Florideenstärke und ihre Jodreaktion siehe Kolkwitz (130) und Mangenot (150, 1 und 2).

Neben den angeführten Kohlenhydraten tritt in den Stärkekörnchen Wasser auf.

Abb. 9.
Vergr. 300 mal. Kartoffestärkekörner, zwischen den gekreuzten Nikolschen Prismen im Polarisationsmikroskop gesehen. *a* einfaches, *b* echt zusammengesetztes Korn.

Die wasserreichen Schichtenkomplexe erscheinen im Mikroskop in rötlicher, die wasserarmen in bläulicher Interferenzfarbe. Daß die Schichtung der Stärkekörner nicht nur auf der Wechsellagerung wasserreicher und wasserarmer Substanzen, sondern auf chemischer (und infolgedessen optischer) Differenzierung der Schichten beruhen kann, wurde schon weiter oben erwähnt.

Die Dichte der Stärkekörner beträgt etwa 1,5, trocken 1,6 [siehe auch Czapek (44, 2)]. Über die Dichte der Stärke im allgemeinen und der Stärkesorten folgen unten bei Besprechung der Eigenschaften der Stärke die erforderlichen Daten.

Die Verbrennungswärme der Stärke beträgt für 1 g wasserfreie Substanz 4183 Kal. [Karrer, Nägeli, Hurwitz und Wälti (122)]. Die spezifische Wärme der Kartoffelstärke beträgt nach Padoa (174) 0,303, die mittlere Atomwärme 2,3 bei der Reisstärke 0,308 bzw. 2,3 (0—80°).

Mit Rücksicht auf die mikroskopische Untersuchung der Stärke erscheint es zweckmäßig, die Lichtbrechungsverhältnisse der Stärke hier, bei der Charakteristik der Stärkekörner, abzuhandeln.

Jedes Stärkekorn erweist sich als doppeltlichtbrechend. Zwischen den Nikols eines Polarisationmikroskops betrachtet, hellen die Stärkekörner nicht nur das dunkle Gesichtsfeld auf, sondern erscheinen mit schwarzem Kreuz, dessen Kreuzungspunkt durch den Kern hindurchgeht (Abb. 9). Über polarimetrische Bestimmung der Stärke siehe auch Baumann und Großfeld (15) und Mannich und Lenz (151). Das Verhalten des Stärkekorns im polarisierten Licht hat Gillis (80) zu erklären versucht.

Der Brechungsindex der Stärke wird seit langer Zeit schon mit 1,504 beziffert. Wiesner hat gezeigt, daß die Stärkekörner verschiedener Stärkesorten miteinander in der Brechbarkeit nicht übereinstimmen, daß aber eine bestimmte Sorte auch eine bestimmte Brechbarkeit besitzt. Er zeigte ferner, daß die (lufttrockenen) Stärkekörnchen der *Canna edulis* in reinem Kopaivabalsam verschwinden, in diesem aber (lufttrockene) Kartoffelstärkekörnchen mit ziemlicher Deutlichkeit hervortreten. Werden die letzteren in reinen Mekkabalsam gebracht, so verschwinden sie fast vollständig, während Kannastärkekörnchen in dieser Flüssigkeit recht deutlich sichtbar sind [Wiesner (238)]. Daß der Brechungsindex eines mit Wasser vollkommen imbibierten Stärkekorns geringer ist als der des lufttrockenen oder absolut trockenen, ist von vornherein klar und wurde von Arth. Meyer (156) zahlenmäßig festgestellt. Zu den erblich festgehaltenen Eigentümlichkeiten der Stärkekörner gehört auch ihr spezifisches Lichtbrechungsvermögen. Dies wurde durch eine von Emma Ott (172) mit Zuhilfenahme des S. Exnerschen Mikrorefraktometers durchgeführte Untersuchung dargetan.

Diese Untersuchungen ergaben für die lufttrockenen Stärkekörner verschiedener, durchaus praktisch verwendeter Stärkesorten folgende Werte:

Fritillariastärke	n = 1,5040
Kartoffelstärke	n = 1,5135
Kannastärke	n = 1,5200
Sagostärke	n = 1,5208
Roggenstärke	n = 1,5212
Reisstärke	n = 1,5219
Gerstenstärke	n = 1,5220
Maisstärke	n = 1,5222
Weizenstärke	n = 1,5245
Marantastärke	n = 1,5247
Tapiokastärke	n = 1,5293

Auch in chemisch-physiologischer Beziehung ergeben sich mancherlei Unterschiede bezüglich der verschiedenen Arten der Stärke. Wenn diese nach technischer Richtung bis jetzt auch keinerlei Berücksichtigung gefunden haben, so sei dies hier wenigstens angedeutet. Eine ausführliche Besprechung der neueren Literatur über physiologische Eigenschaften der Stärke gibt Abderhalden (2). Nach den von Lang (142) durchgeführten Untersuchungen setzt die Haferstärke dem Abbau solcher Produkte, die sich mit Jod nicht mehr färben, den größten Widerstand unter allen in dieser Hinsicht untersuchten Stärkearten entgegen, während die Kartoffelstärke sich gerade umgekehrt verhält.

Über einige technisch wichtige Unterschiede der Stärkearten (Verkleisterungstemperatur, Steifungsvermögen usw.), die auf spezifische Eigenschaften der Stärkekörner zurückzuführen sind, siehe Stärke V.

III. Das Vorkommen der Stärke in der Pflanze.

Die Stärke ist, wie schon erwähnt, im Pflanzenreich ungemein weit verbreitet. Man findet sie fast regelmäßig in allen grünen (chlorophyllbesitzenden) Pflanzen; sie kommt in fast allen Organen und Geweben der Pflanze vor.

Auf das Vorkommen der Stärke in manchen chlorophyllosen Gewächsen kann hier nicht eingegangen werden. Dieses Vorkommen, über das in allen Werken über Pflanzenphysiologie Angaben zu finden sind, ist vom Standpunkt der Rohstofflehre auch ganz interesselos.

Um einerseits den Zusammenhang zwischen Chlorophyll- und Stärkebesitz der Pflanze und andrerseits das Vorkommen der Stärke in den verschiedensten Geweben und Organen zu verstehen, ist es notwendig, auf die drei physiologischen Formen, in denen die Stärke im Pflanzenreich vorkommt, aufmerksam zu machen. Diese drei Formen sind:

1. Die autochthone Stärke, d. i. die Stärke, welche im Chlorophyllkorn unter dem Einfluß des Lichts aus Kohlensäure und Wasser entsteht. Sie erscheint hier als das erste sichtbare Produkt der Assimilation von Kohlensäure und Wasser.

2. Die Stärke als Reservesubstanz. Die autochthone Stärke wird aus den Erzeugungsstätten (Laubblättern) zu anderen Organen geleitet, um hier im Verein mit anderen gleichfalls aufgestapelten Substanzen das Material zum Aufbau neuer Organe zu bilden. Die Stärke und alle anderen als Baustoffe der Pflanze dienenden Substanzen sind für die Pflanze Reservestoffe, für Menschen und Tiere aber Nahrungsmittel.

3. Transitorische Stärke. Auf dem Wege von den Chlorophyllkörnern zu den Reservestoffbehältern der Pflanze (Knollen, Samen usw.), und von diesen aus zu den Orten der Neubildung treibender Knollen, keimender Samen usw. wird ein Teil der als Zucker von Zelle zu Zelle gehenden Stärke wieder in überaus kleine Stärkekörner umgeformt; diese wandernde Stärke wird transitorische Stärke genannt.

Zur Herstellung der Stärke im großen eignet sich nur die als Reservestoff angesammelte Stärke, also die Stärke der Knollen (Kartoffel usw.), der Samen (der Hülsenfrüchte, des Mehlkörpers der Getreidearten usw.), der Früchte (Bananen usw.), der Stämme (Sagopalme usw.). Die grünen Blätter, die im Sonnenlicht manchmal so reichlich Stärke führen, daß sie nach passender Vorbehandlung mit Jod häufig blauschwarz gefärbt werden können, sind aber zur Stärkegewinnung doch ungeeignet, weil die Stärkeausbeute nicht lohnend und weil es mit Schwierigkeiten verbunden wäre, die Stärke von den sie umhüllenden Chlorophyllkörnern zu befreien. Die autochthone Stärke (und ein gleiches gilt auch für die transitorische) kann also nicht zur Darstellung der Stärke herangezogen werden.

Damit aus einem Pflanzenteile Stärke mit Vorteil abgeschieden werden kann,

ist es nicht nur notwendig, daß das betreffende Organ der Pflanze diesen Körper in großer Menge enthält, und ferner, was übrigens selbstverständlich ist, daß der betreffende Pflanzenteil leicht in großen Massen gewonnen werden kann; es ist ferner Bedingung, daß die Abscheidung leicht gerät und das Produkt auch Eigenschaften besitzt, die es zu bestimmten praktischen Zwecken geeignet machen.

Alle stärkereichen Knollen (knollenförmige Stämme oder Wurzeln) haben ein zartwandiges Gewebe, aus dem die Abscheidung der Stärke leicht gelingt. Auch das stärkereiche Mark verschiedener Palmen setzt der Stärkegewinnung nur wenig Hindernisse entgegen. Die Gewinnung der Stärke aus Samen und Früchten ist dagegen oft schwieriger wegen der Dichtigkeit des Gewebes, oder wegen der Schwierigkeit, die Hüllen zu entfernen oder das Gewebe aufzuschließen. Reichliche Mengen von in den Samen vorkommenden Eiweißkörpern machen häufig die Trennung der Stärke von diesen Substanzen schwierig, das Verfahren wäre in vielen Fällen so kostspielig, daß eine Abscheidung des Stärkemehles sich nicht lohnen würde.

Nicht selten ist die Stärke, die man billig und massenhaft abscheiden könnte, mit Eigenschaften behaftet, die sie zum Gebrauch untauglich machen. So liefern manche Varietäten der in den Tropen häufig gebauten *Dioscorea alata* eine stark gefärbte Stärke, die durch Waschen mit Wasser nicht zu entfärben ist. So geben z. B. die Wurzelknollen der in Französisch-Guayana gebauten Varietät dieser Pflanze, *Igname indien rouge* ein pfirsichblütrotes, die Varietät *Igname pognon jaune* ein gelbes Stärkemehl. Es ist begreiflich, daß diese Färbungen die Verwendbarkeit solcher Stärkesorten sehr beschränken. — Die Stärke mancher Samen (Roßkastanien) ist stark mit Gerbstoff imprägniert und eignet sich deshalb nicht als Nahrungsmittel und ebensowenig zu vielerlei technischen Zwecken. Es ist allerdings möglich, den Gerbstoff der Stärke solcher Samen völlig zu entfernen, aber es verlohnt meist nicht die Kosten. Dies sind nur Beispiele. Geht man genauer auf die Eigenschaften der Stärkesorten, die man aus den verschiedensten Pflanzen darstellen kann, ein, so wird man sich überzeugen, daß gar nicht selten dem Stärkemehl fremde, nur schwer entfernbare Stoffe anhängen, die sie zum praktischen Gebrauche ganz oder teilweise untauglich machen.

Wie sich bei der Betrachtung der im Handel erscheinenden Stärkearten herausstellen wird, sind auch diese nicht stets reine Stärke, sondern enthalten, wenn auch in kleinen Mengen, färbende und riechende Substanzen, die ihre Verwendbarkeit in mancher Beziehung einschränken.

Diese Umstände bringen es mit sich, daß nicht alle stärkereichen Pflanzen auf Stärke ausgenutzt werden können. Aber immerhin ist die Zahl der Gewächse, die Stärke liefern könnten, sehr groß, und es muß befremden, daß im Grunde genommen doch nur wenige Pflanzen zur Stärkegewinnung im großen Maßstabe benutzt werden. Das Festhalten an dem Hergebrachten ist schuld daran, daß von unseren kontinentalen Getreidepflanzen nur Weizen und Reis im großen auf Stärke ausgebeutet werden, daß die Fabrikation der Maisstärke in Europa nur langsam Fuß gefaßt hat und daß man die Frage, ob sich nicht — wenigstens unter Umständen — die Gewinnung der Stärke aus anderen Getreidefrüchten, z. B. Buchweizen, Gerste, Hafer usw., oder aus billig zu beschaffenden stärkehaltigen Samen lohnen würde, noch nicht beantwortet hat. Die Tropengegenden könnten enorme Mengen Stärke liefern; aber mit Ausnahme von *Manihot utilissima, Metroxylon Rumphii, Maranta arundinacea, Curcuma*-Arten, endlich *Canna edulis* werden die stärkeliefernden Pflanzen der Tropenwelt noch gar nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maße industriell ausgebeutet. Die Stärke der Tacca-Arten, der Colocasien, der Musa-Arten (Bananen) und vieler anderer tropischer Pflanzen ist für die europäische Industrie noch belanglos, und die Verwertung dieser Stärkesorten bleibt der Zukunft vorbehalten. Angesichts der Tatsache, daß die gesegneten Länder der Tropenwelt Stärke und andere Pflanzenstoffe in einer Massenhaftigkeit produzieren, gegen welche die auf gleichen Bodenflächen in unseren Gegenden sehr zurücksteht, kann man den Gedan-

ken nicht zurückdrängen, daß der Zukunft noch außerordentlich viel zu leisten übrig geblieben ist, und es ist wohl kaum einem Zweifel unterlegen, daß mit den Fortschritten der tropischen Agrikultur der Schatz an Stärkemehl und anderen Pflanzenstoffen der warmen Gegenden immer mehr der Industrie dienstbar gemacht werden dürfte. Diese verstärkte Ausnutzung des tropischen Rohmaterials für die Stärkefabrikation wird eintreten müssen, da der Bedarf an Stärke für die Textil- und Papierindustrie, zur Darstellung von Stärkezucker usw. in fortwährendem Steigen begriffen ist.

In Beziehung auf die Stärkemengen, die sich aus den Rohmaterialien gewinnen lassen, sei hervorgehoben, daß unter den in der Stärkebereitung verwendeten Rohmaterialien die Samen und Früchte die größte Menge an Stärke enthalten. So enthält Mais: 50—68% Stärke, Weizen: 58—78, und noch mehr (über 80%) der Reis. Nach Tschirch (222, 1) soll der Stärkegehalt des Mais bis auf 74,5 % steigen. Über den Stärkegehalt von Maissorten verschiedener Herkunft siehe auch König (133, 2). Was die unterirdisch hervorgebrachten Rohmaterialien der Stärkebereitung anlangt, so ist deren Stärkemenge weit geringer, ihre Gewinnung aber trotzdem noch rentabel, ja diese Rohmaterialien haben für die Stärkebereitung eine noch größere Bedeutung als Samen und Früchte; um aber eine rentable Fabrikation zu ermöglichen, muß der Stärkegehalt doch relativ groß sein. Die Kartoffel enthält gewöhnlich an 15 bis 20 % Stärke; es ist der Züchtung gelungen, Kartoffelsorten zu erzielen, die über 27 % Stärke enthalten (Sorte Cimbals »Iduma«). Als sehr stärkereich gelten die knollenförmigen Rhizome von *Maranta arundinacea* mit 25—27 % Stärke. Die Wurzeln von *Tacca pinnatifida* sollen nach Semler 28—30 % Stärke liefern. Für diese Angabe fehlte aber die Bestätigung. Von Wohltmann wurde im Jahr 1905 die Taccapflanze in Samoa auf ihren Stärkegehalt geprüft, wobei gefunden wurde, daß die Stärkemenge der Wurzeln dieser Pflanze bis 25,8—28,7 % beträgt [Wohltmann (250)]. Zahlreich sind in der Literatur die Angaben über Stärkegehalt von Samen, Früchten, Knollen usw. doch sind die mitgeteilten Zahlen oft nicht ganz genau, da die angewandten älteren Stärkebestimmungsmethoden nicht als zuverlässig bezeichnet werden können und direkte Stärkebestimmungen nach neuerem Verfahren nur selten vorgenommen wurden.

Ehe die Pflanzen, die entweder käufliche Stärke liefern oder zu deren Darstellung versuchsweise oder nur in kleinem Maßstab verwandt werden, aufgezählt werden, sollen zuerst solche namhaft gemacht werden, die wichtige Objekte des Handels sind:

Die Weizen- und Kartoffelstärke, hauptsächlich auf dem Kontinent erzeugt und verwandt.

Reisstärke, vorzugsweise in England, neuerdings aber auch in Deutschland dargestellt und benutzt.

Sagostärke, in Ostindien und einigen umliegenden Inseln dargestellt, Zur Gewinnung des Sago dienend.

Marantastärke (»Westindisches Arrowroot«), in Westindien und in anderen warmen Gegenden des alten und neuen Kontinents häufig dargestellt und als Arrowroot in den Handel gebracht.

Maniocstärke, seit alter Zeit in Brasilien massenhaft gewonnen, in neuerer Zeit auch in vielen anderen Tropengegenden zur Darstellung der Tapioka verwandt.

Kurkumastärke, Ostindien, ist das »Ostindische Arrowroot«.

Kannastärke, hauptsächlich in Australien gewonnen, bildet das »Arrowroot von Queensland«.

Hierzu kommt noch in neuerer Zeit die Maisstärke, die heute nicht nur für Nordamerika von großer Bedeutung ist, sondern auch in Europa (Ungarn, Österreich, Deutschland usw.) im großen erzeugt wird.

Die später aufgeführten Pflanzen liefern Stärke für den Handel oder werden lokal auf Stärke ausgebeutet. Einige sind wohl noch im Stadium des Versuchs. Unter den später ausführlich behandelten Stärkesorten befinden sich nicht nur die wichtigsten Stärkemehle des Handels, sondern auch solche bis jetzt noch weniger bedeutungsvolle Sorten, die in der Folge wichtig zu werden versprechen.

IV. Die Gewinnung der Stärke.

Eine genaue Darstellung der Methoden, nach denen die Stärkemehlarten im großen erzeugt werden, kann hier nicht erwartet werden; dies ist wohl hauptsächlich ein Gegenstand der Technologie, da es hierbei ja vornehmlich auf die Beschreibung von Apparaten und Maschinen ankommt, welche im Betriebe der Stärkefabrikation in Verwendung kommen. Wir verweisen auf die Werke von Saare (204), Parow (177), Rehwald (192), Matthiae (154), Hayduck (100), Krizkowsky (139), Kohmann (129), Campbell (32), Goldbeck (85), Laskowsky (144), Ullmann (224), Neumann (167). Da die Erzeugungsweisen der Stärkesorten auf die Eigenschaften des dargestellten Produkts von Einfluß sind, kann dieser Gegenstand nicht ganz übergangen werden. Es soll hier nur das Prinzipielle der Darstellungsmethoden der Stärke in Kürze erörtert und hauptsächlich nur das erwähnt werden, was mit dem histologischen Bau der zur Stärkegewinnung dienenden Pflanzenteile im Zusammenhang steht, ein Gegenstand, der in technologischen Schriften entweder übergangen oder nur wenig eingehend behandelt wird.

Für die Darstellung der Stärke aus Knollen (Kartoffelknollen usw.) kennt man zwei prinzipiell verschiedene Methoden. Die eine fast allgemein angewandte besteht in einer möglichst vollständigen mechanischen Zerkleinerung der Knollen auf Reibezylindern, Sägeblattreiben und ähnlichen Apparaten. Auf diese Weise wird ein Brei erhalten, den man auf Sieben auswäscht, in neuerer Zeit unter Wasserzufluß auf Sieben ausbürstet.

Im Großbetrieb werden die auf den Sieben zurückbleibenden unaufgeschlossenen Gewebspartien noch vermahlen (in Breimühlen). Eine vollständige Aufschließung der Zellen ist aber auch nach diesem Verfahren nicht zu erzielen [Saare (204)]. Parow (177) bespricht die Erzeugung der Kartoffelstärke mit Rücksicht auf die neueren Erfolge. Hier findet sich Saares Angabe über die praktische Unmöglichkeit eines vollständigen Aufschlusses des Kartoffelparenchyms bestätigt

Von den Sieben läuft eine milchige Flüssigkeit ab, aus der sich Stärke niederschlägt, die man durch Waschen oder auch durch Zentrifugieren reinigt. Diese noch sehr wasserreiche (etwa 40 bis 50 % Wasser enthaltende) Stärke wird entweder als »grüne Stärke« (Naßstärke) der Dextrin- und Stärkezuckerfabrikation zugeführt, oder durch Trocknung zu gangbarer, für verschiedene Zwecke dienender Handelsware gemacht. Dieser Vorgang wird neuerdings meist in Autoklaven vorgenommen. Die lufttrocken gewordene Masse wird sodann zwischen Walzen zerdrückt.

Abfallprodukte bei der Stärkefabrikation sind die sogenannte Schlammstärke, der Stärkeschlamm und die Pülpe; die beiden ersteren werden zur Herstellung von Stärkezucker oder technischer Milchsäure verwandt. Siehe auch Wichelhaus (236).

Die Pülpe (»Stärkefaser«) enthält stets noch etwas Stärke, da es durch die Zerkleinerungsvorrichtungen nicht gelingt, alle Zellen des stärkeführenden Gewebes vollkommen aufzuschließen. Die Pülpe wird deshalb verfüttert oder zur Stärkezucker- und Branntweinbereitung benutzt.

Eine zweite, von Völker angegebene Methode der Stärkegewinnung aus Knollen beruht auf einer chemischen Aufschließung der Zellen. Die Knollen (Kartoffelknollen, denn nur auf diese wird die Völkersche Methode bis jetzt in Anwendung gebracht) werden in Scheiben zerschnitten, in lauem Wasser einige Zeit mazeriert, hierauf in Haufen zusammengeworfen und einige Zeit sich selbst überlassen, wobei die Temperatur auf etwa 40° steigt. Hierbei gehen in den Geweben der Knollen chemische Veränderungen vor sich, die bis jetzt noch nicht näher studiert wurden, die aber gewiß darauf hinauslaufen, daß sich Substanzen bilden, welche nicht nur die Interzellularsubstanz (gemeinsame Außenhäute oder Mittellamellen) des stärkeführenden Gewebes auflösen, sondern auch die Zellwände angreifen und teilweise in Lösung bringen, so daß auf diese Weise die Zellen, und zwar erwiesenermaßen viel vollständiger als bei der früher geschilderten Methode, aufgeschlossen werden. Es dürften hierbei wohl hauptsächlich organische Säuren gebildet

werden, welche die aus Pektinkörpern bestehende Interzellularsubstanz lösen. Welche chemischen Vorgänge aber die Auflösung der Zellulosewände nach sich ziehen, ist bisher noch nicht aufgeklärt worden; dieser Prozeß ist eben, wie schon bemerkt, bis jetzt noch nicht eingehend studiert worden. Der so erhaltene Brei wird auf Siebe gebracht und auf die oben angegebene Weise behandelt. — Die Aufschließung der Zellen ist hierbei gewiß vollständiger als bei der mechanischen Zerstörung der Gewebe. Über ein Verfahren zur Herstellung von Kartoffelstärke durch Bakteriengärung unter Luftabschluß siehe Hansen (97). Ein weiteres Verfahren der Kartoffelstärkegewinnung durch Stärkeabziehverfahren beschreibt Rubehn (201).

Da das Material zur Kartoffelstärkegewinnung nur im Winter in großen Massen vorhanden ist, kann die Fabrikation der Kartoffelstärke nur im Winter betrieben werden. Da das Licht einen entschieden bleichenden Einfluß auf die Stärke ausübt, ist leicht einzusehen, daß die Kartoffelstärke — falls sie nicht einer chemischen Bleiche unterzogen wird — gegen tropische Knollenstärke oder gegen im Sommer dargestellte Sorten von Weizenstärke an Weiße zurückstehen muß.

Die Kartoffelstärke hatte früher oft einen deutlichen Stich ins Gelbliche, in neuerer Zeit kommt sie aber nur in blendender Weiße in den Handel.

Die Darstellung der Stärke aus Samengeweben ist immer komplizierter und schwieriger als die aus Knollen: nicht nur weil das Gewebe der Samen trocken und dichter ist als die stärkereichen Gewebe unterirdischer Pflanzenteile, sondern weil neben der Stärke in den Samen häufig noch andere Körper vorkommen, deren Dichte mit der des Amylum nahezu übereinstimmt und die in passender Weise von der Stärke getrennt werden müssen. In der nachfolgenden Darstellung ist vorzugsweise die Weizenstärke berücksichtigt, da deren Fabrikation am meisten vervollkommnet ist und als Vorbild für die Verarbeitung trockener Früchte und Samen auf Stärke gelten kann.

Die Weizenstärke wird entweder aus Weizenkörnern oder aus geschrotetem Weizen oder endlich aus Weizenmehl dargestellt. Die Abscheidung aus dem unzerkleinerten Korn ist die älteste Gewinnungsart der Stärke. — Die Darstellung der Weizenstärke aus Weizen kann auf zweierlei Weise betrieben werden, nämlich ohne (süßes, Ungarisches oder Elsässer Verfahren) und mit Gärung (Hallesches Verfahren). Die erste Methode besteht darin, daß man die Körner in Wasser erweicht, bis sie sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken lassen, was im Winter zehn, im Sommer etwa fünf Tage in Anspruch nimmt. Die erweichten Körner werden darauf zwischen Walzen zerdrückt und die Stärke wird aus dem erhaltenen Brei durch sogenannte Körnerextrakteurs freigemacht. Stärke, Hülsen und Kleber werden dadurch völlig voneinander getrennt. Durch Waschen und Zentrifugieren wird die Stärkemilch dann weiter behandelt. Die Entwässerung geschieht in Nutschapparaten.

Bei der Stärkegewinnung aus Weizenkörnern mittelst Gärung überläßt man den Stärkebrei, mit Wasser verdünnt, einige Zeit sich selbst, bis Gärung (zuerst alkoholische, dann milchsaure) eingetreten ist und sich eine Schimmeldecke (gewöhnlich von *Penicillium glaucum* Link) an der Flüssigkeitsoberfläche gebildet hat. Die hierbei entstandenen organischen Säuren und auch andere organische Körper lösen den Kleber auf; es ist somit einleuchtend, daß die nach diesem Verfahren abgeschiedene Stärke völlig rein und weiß erhalten werden kann. In welcher Weise in dem Stärkebrei die Gärung eingeleitet wird, ist leicht begreiflich. Die den Weizenkörnern nur in Spuren anhaftenden und selbst die aus der atmosphärischen Luft in die Flüssigkeit hereintretenden Fermentorganismen können wohl nur anfänglich eine überaus schwache Gärung hervorbringen, und es wird längere Zeit verfließen müssen, bis die Gärung genügend stark wird. Eine Beschleunigung der Auflösung des Klebers durch die Gärungsprodukte wird begreiflicherweise eintreten, wenn man zu dem Brei Zusätze macht, die reich an geeigneten Fermentorganismen sind, z. B. Hefe, Sauerteig oder sogenanntes Sauerwasser, nämlich die Flüssigkeit, die bei der Gärung des Stärkebreies beteiligt war. Obwohl nun nach diesem Verfahren

(saures oder Hallesches Verfahren) eine sehr reine Weizenstärke erhalten werden kann, die durch Bleichung an der Sonne blendend weiß zu machen ist, so ist diese Methode doch insofern nicht als rationell zu bezeichnen, als hierbei der Kleber, ein in unverändertem Zustand doch so wertvoller Körper, völlig zerstört wird. Die Ausbeute an Stärke beim Gärverfahren ist größer als beim Elsässer Verfahren, doch wird hier der wertvolle Kleber gewonnen, der je nach Reinheit zu mannigfachen Zwecken verarbeitet wird. Ausbeute beim Gärverfahren: 58—60% Primastärke, 5 % Sekundastärke. Ohne Gärung: 40—50 % Primastärke, 10—15 % Sekundastärke, 5—6 % Kleber [Ullmann (224, 2)].

Eine andere Art der Stärkegewinnung aus Weizen ist die Abscheidung der Stärke aus Mehl. Diese Darstellungsmethode wurde von Martin angegeben. Sein Verfahren besteht darin, aus Weizenmehl und Wasser einen Teig von bestimmter Konsistenz zu bereiten und diesen unter fortwährendem Kneten auf Sieben, auf die kontinuierlich Wasser strömt, in möglichst kurzer Zeit seiner Stärke zu berauben, die mit dem Wasser von den Sieben abfließt und sich zu Boden schlägt. Das Kneten wird entweder durch Hand- oder Maschinenarbeit vollzogen. Am Siebe bleibt der Kleber in unverändertem Zustand zurück, der nun zur Herstellung von Nahrungsmitteln (kleberreichem Brote, Teigwaren, gekörnt und mit Tapioka oder Reisstärke versetzt, zu sogenannten Potages des französischen Handels) usw. verwendet wird. — In neuerer Zeit hat man das Martinsche Verfahren in einigen deutschen Stärkefabriken derart abgeändert, daß man das Mehl mit Wasser zu einem Brei vereinigt, den man in Zentrifugalapparaten behandelt, wobei sich die Stärke als dichtester Bestandteil des Mehles, mit etwas Kleber gemengt, an den Wänden der rotierenden Trommeln (Rohstärke), mehr nach innen zu aber ein überaus kleberreiches Mehl (Kleberbrei) abscheidet. Die Rohstärke unterwirft man vor dem Auswaschen einer schwachen Gärung, wobei die kleinen Mengen von Kleber zerstört werden. Der Kleberbrei wird je nach dem Grad seiner Reinheit entweder zu einem Nahrungsmittel (Klebergrieß, Klebermehl) verarbeitet oder als Viehfutter benutzt oder zu Wiener Leim verarbeitet. Es kann der bei rationeller Stärkebereitung aus Weizen als Nebenprodukt erhaltene Kleber auch eine bessere Verwendung finden, z. B. als »Lucin«, das mit Erfolg als Ersatz für Albumin im Zeugdruck benutzt werden kann [Gintl (82)].

Wenn die Stärke als dichte Masse die Samen erfüllt, wie z. B. beim Reis, so muß die Aufschließung der Körner durch energischere Mittel als die für Weizen ausreichenden bewirkt werden. Zu diesem Zweck wird schwach alkalisch gemachtes Wasser ($^1/_4$—$^1/_2$%ige Natronlauge) mittels Druckluft den Körnern zugeführt, die nach einigen Stunden wie gequollene Weizenkörner zur Stärkeabscheidung benutzt werden können. Zum Aufschließen der Maiskörner für die Stärkegewinnung verwendet man verschiedene alkalische Substanzen (Kalk, Natron, Ammoniak) oder schweflige Säure.

Auch eine Bleichung der Stärke durch Chlorkalk wird in der Praxis vorgenommen, um dem Produkt die erforderliche Weiße zu geben; auch erfolgt z. B. bei der Kartoffelstärkegewinnung manchmal ein Zusatz von Schwefelsäure zu den Waschwässern, damit die Stärke sich vollständiger abgesetzt, u. a. m. In neuerer Zeit wird die Schwefelsäure, die sich nur schwer von der Stärke vollständig trennen läßt [Parow (177,3)], durch schweflige Säure (oder durch Lösungen von Kalziumbisulfit) ersetzt, wobei man auch den Vorteil der Bleichung hat [Saare (204, 5)]. Die gelbliche Farbe mancher Stärkesorten wird durch einen Zusatz von Ultramarin verdeckt.

So wirkt also mancherlei zusammen, daß die Handelsstärke kein chemisch reines Produkt ist. Erstlich die niemals bis zur Vollkommenheit getriebene Befreiung der Stärke von den übrigen Bestandteilen der Gewebe, aus denen sie dargestellt wurde, und zweitens die Anwesenheit von Substanzen, die von der Fabrikation herrühren.

Die von den Pflanzengeweben herrührenden Verunreinigungen der Stärke können zum Teil mikroskopisch festgestellt werden. Bei dieser Untersuchung

zeigt sich, daß im allgemeinen die aus Wurzelknollen oder Wurzeln dargestellten Stärkearten, besonders die verschiedenen Sorten des Arrowroots, aber auch die Kartoffelstärke, reiner sind als die aus Samen bereiteten; namentlich die aus kleberreichen Getreidearten hergestellten sind relativ reich an Gewebsbestandteilen. Aber auch im Aschengehalt geben sich die Verunreinigungen zu erkennen. Während im kleinen auf das sorgfältigste dargestellte Kartoffelstärke nur 0,2 % Asche hinterließ, wurde in käuflicher Kartoffelstärke bis 0,9 % (der Trockensubstanz) an mineralischen Stoffen gefunden, wobei eine künstliche Beimengung mineralischer Stoffe als Verfälschungsmittel ausgeschlossen war. Die Handelsstärke ist stets etwas stickstoffhaltig, besonders die aus stickstoffreichem Rohmaterial erzeugte (z. B. Weizenstärke). Aber selbst in Kartoffelstärke wird stickstoffhaltige Substanz gefunden. So hat Arth. Meyer in käuflicher Kartoffelstärke 0,32 % Stickstoff nachgewiesen [Allihn (8), Arthur Meyer (156)].

Sowohl Kartoffel- als Weizenstärke reagiert infolge anhaftender Nebenbestandteile sauer [Arthur Meyer (156) und Soxleth (210)]. Neutral sind nur die besten Arrowroot-Sorten und manche der feinsten Sorten von Reisstärke. Kartoffelstärke scheint nach Arth. Meyers Untersuchungen nie neutral zu sein. Seltener als saure kommt bei manchen Stärkesorten alkalische Reaktion vor.

Nach Tschirch (222, 4) soll die käufliche Reisstärke stets alkalisch reagieren. Dies ist begreiflicherweise oft der Fall, da die Reisstärke häufig aus dem Reiskorn durch Aufschließung mittels alkalischer Flüssigkeiten gewonnen wird. Es wurde aber festgestellt, daß käufliche Reisstärke auch vollkommen neutral sein kann, oder einen entschieden sauren Charakter besitzt. Ersteres ist leicht erklärlich, aber auch letzteres ist zu verstehen, wenn man bedenkt, daß Reisstärke auch durch ein Gärungsverfahren erzeugt wird, wobei ein Rest von Milchsäure in der Stärke zurückbleibt, oder eine nicht reinweiße Reisstärke durch Chlor oder schweflige Säure gebleicht wird, wodurch saure Produkte entstehen.

Manche Eigenschaften fabrikmäßig dargestellter Stärke haben ihren Grund in Zersetzungsprodukten, die sich bei der Abscheidung der Stärke bildeten und von den Stärkekörnern absorbiert wurden. So erklärt sich nach Arth. Meyer der bekannte unangenehme Geruch des aus Kartoffelstärke bereiteten Kleisters.

V. Eigenschaften und Verwendung der Stärke.

Die Eigenschaften der Stärkearten beruhen selbstverständlich in erster Linie auf den Eigentümlichkeiten der sie zusammensetzenden Stärkekörner, die bereits oben geschildert wurden.

Die Stärke des Handels setzt sich aber gewöhnlich nicht bloß aus Stärkekörnern zusammen — nur die feinsten Arrowroot-Sorten machen vielleicht eine Ausnahme und sind als völlig rein zu betrachten — und noch weniger besteht die käufliche Stärke aus gänzlich unveränderten Stärkekörnern. Wie schon bei der Darstellung der Stärke erwähnt wurde, läßt sich die Stärke nicht vollständig von allen Bestandteilen befreien, die in den betreffenden Geweben mit Stärke gemengt sind, und auch durch die Fabrikation werden manche den natürlich vorkommenden Stärkekörnern nicht angehörigen Substanzen der Stärke einverleibt.

Die chemische Charakteristik der Stärke wird in VI geschildert werden; hier sollen nur die physikalischen Eigenschaften der Stärke, sofern sie nicht schon bei Besprechung der Stärkekörner erörtert wurden, angegeben werden.

Fast alle Stärkekörner haben eine weiße Farbe; manche Stärkearten sind aber von Natur aus gefärbt. So gibt es rote und gelbe von bestimmten Varietäten der *Dioscorea alata* herrührende Amylumsorten. Die weißen Stärkearten zeigen verschiedene Grade von Weiße. Die feinsten Sorten von Weizen- und Reisstärke sind blendend weiß. Solche werden nur im Sommer gewonnen, und es ist gewiß, daß die starke Einwirkung des Lichtes der Hauptgrund der rein weißen Farbe solcher Stärkesorten ist. Im Winter dargestellte Sorten stehen den im Sommer bereiteten an Weiße nach. Manche Weizenstärkesorten sind stark nach grau geneigt; die Ursache dieser Färbung ist die An-

wesenheit von einigen Prozenten Kleber, die sich infolge unzweckmäßiger Darstellung mit dem Stärkemehl abgeschieden haben. Kartoffelstärke, die bekanntlich stets im Winter dargestellt wird, da das Rohmaterial nur in dieser Zeit in genügender Menge vorhanden ist, hatte früher oft eine gelbliche Farbe.

In neuerer Zeit erscheinen fast nur rein weiße Sorten von Kartoffelstärke im Handel, indem man entweder einzelne Sorten mit besonderer Sorgfalt darstellt oder durch Anwendung von schwefliger Säure und anderen Bleichmitteln eine gebleichte Ware gewinnt.

Auch Kurkuma- und Kannastärke sind etwas gelblich. Manche Stärkesorten werden beim Schlämmprozeß als graugelbliche Massen erhalten, z. B. die Roßkastanienstärke. Diese, aber auch die gewöhnlichsten Stärkesorten, werden in manchen Fällen durch künstliche Bleichmittel in einen Zustand oft sehr hoher Weiße gebracht. Manchen Stärkesorten benimmt man den gelben Farbenton durch schwache Bläuung.

Nach Huß (117) absorbieren Stärkekörner gewisse Farbstoffe, andere nicht. Durch mechanischen Druck, Erhitzen bis zum Initialstadium der Lösungsquellung oder durch Chemikalien in ihrer Struktur verändert, nehmen Stärkekörner auch Farbstoffe auf, die sie sonst nicht absorbieren. Zwischen Färbbarkeit und Nichtfärbbarkeit einerseits und Verhalten in polarisiertem Licht besteht nach Huß (117) vollständiger Parallelismus. Über Verhalten einiger Stärkesorten gegen Farbstoffe siehe ferner Rosenthaler und Stauffer (200).

Die Feinheit der Stärkemehlsorten hängt begreiflicherweise von der Größe der konstituierenden Körnchen ab. Die unten folgenden Angaben über die Dimensionen der Amylumkörnchen werden den besten Ausdruck für die Feinheitsgrade der verschiedenen Sorten abgeben. Hier sei nur erwähnt, daß Reis-, Hafer- und Buchweizenstärke als Repräsentanten der feinsten, Mais- und Weizenstärke als Muster mittelfeiner Sorten gelten können, und daß die Kartoffelstärke, die Stärke von *Canna edulis* und *Curcuma leukorrhiza*, deren Körnchen schon mit freiem Auge erkannt werden können, zu den gröbsten Stärkesorten des Handels zählen. Die neuesten Fortschritte in der Kartoffelstärkefabrikation haben zur Entstehung von Sorten geführt, die sich durch die durchschnittliche Größe der Stärkekörnchen unterscheiden (siehe bei Kartoffelstärke B, II, 20).

Geruch. Die Stärkesorten sind gewöhnlich geruchlos, aber die daraus bereiteten Kleister haben Geruch. Der Geruch, der der Kartoffelstärke oft anhaftet, soll sich nach D. R. P. 95 765 (Siemens & Halske A.-G., Berlin) durch Behandeln von Stärkemilch mit Chlor bzw. Chlorwasserstoff beseitigen lassen [Ullmann (224)].

Die Dichte der Stärke beträgt etwa 1,5, manchmal etwas mehr, manchmal weniger, je nach dem Wassergehalt. Nach Flückiger (73) hat lufttrockene Marantastärke hingegen eine Dichte von 1,565 bei 17—18°. Bringt man lufttrockene Stärke mit Chloroform (spezifisches Gewicht = 1,500 bei 15°) zusammen, so schwimmt das Pulver auf der Flüssigkeit. Trocknet man aber die Stärke vollständig, so sinkt sie in Chloroform unter [Flückiger (72)]. Nach Beseitigung des Wassers kann sich die Dichte der Stärke bis auf 1,6 erhöhen [Flückiger (73,4)]. Die Stärkearten bestimmter Pflanzen und Pflanzenteile haben bestimmte Dichten. So fand Flückiger, daß Kartoffelstärke lufttrocken ein spezifisches Gewicht von 1,503, völlig getrocknet von 1,633 besitzt, also in der Dichte von der Marantastärke verschieden ist. Nach Parow (177,4) beträgt die Dichte der Kartoffelstärke 1,648, der Weizenstärke 1,629, der Maisstärke 1,620. Zur Unterscheidung der Stärkesorten könnten die Dichten wohl nur in beschränktem Maße herangezogen werden.

Härte der Stärke. Man ist nicht gewohnt, die Härte organisierter Gebilde zu beobachten. In manchen Fällen ist aber doch die Kenntnis der Härte solcher Körper von Belang. Auf Wiesners Veranlassung wurden einige organische Pflanzenprodukte (insbesondere Pflanzenfasern) auf ihre Härte nach der in der Mineralogie üblichen Ritzmethode geprüft. Auch Stärke wurde auf die Härte geprüft und gleich jener des Muskovits gefunden [Emma Ott (173)]. Wiesner hat die Versuche wiederholt, denn es schien ihm

wichtig, die Härte eines Körpers, der als Pudermittel benutzt wird, möglichst genau zu kennen. Wiesner fand aber, daß die Stärke den Muskovit bei Anwendung von stärkerem Druck wohl lokal zerdrückt, ohne ihn eigentlich zu ritzen. Nach Wiesners Prüfungen ist die Stärke sogar um eine Spur weicher als Talk und stimmt in der Härte mit kristallisiertem gelbem Blutlaugensalz überein, desgleichen mit der menschlichen Haut. Gepulverter Talk (Talkum, Federweiß) ist um eine Spur härter als Stärke; diese Feststellung ist aber mit großer Schwierigkeit verbunden, so daß man, praktisch genommen, sagen kann: Stärke und Talkum stimmen in der Härte mit der menschlichen Haut überein, und beide können rücksichtlich ihrer Härte zu Schminke und als Pudermittel in gleicher Weise verwendet werden.

Das Lichtbrechungsvermögen der Stärke ist bereits oben erörtert worden.

Im zerkleinerten Zustand ist die Stärke rechtsdrehend, und zwar ist das optische Drehungsvermögen $(\alpha)_D = +202$ oder $(\alpha)_i = +219{,}5°$. Doch zeigt sich bei genauer Untersuchung das Drehungsvermögen je nach der Stärkeart verschieden. So ist das Drehungsvermögen $(\alpha)_D$ nach Belschner:

bei Kartoffelstärke . .	204.3°
bei Reisstärke . . .	202.5°
bei Weizenstärke . .	202,4°
bei Maisstärke . . .	201,5° [Parow (177,4)]

Nach Berthelot und Vieille ist die Verbrennungswärme der Stärke = 4228 Kalorien (Rohzucker 3962, Maltose 3949, Dextrin 3762).

Der Wassergehalt frisch bereiteter Stärke beträgt nach Entfernung alles anhängenden tropfbaren Wassers 30 %. Im äußersten Falle vermag die Stärke 40 % Wasser zu absorbieren [Arth. Meyer (156)]. Dieses hohe Wasserabsorptionsvermögen befähigt die Stärke, in Wasser gelöste Substanzen reichlich aufzunehmen. Lufttrocken führt sie 7 bis 22 % Wasser. Nach Soxhlet enthält die lufttrockene Kartoffelstärke meist ungefähr 20 % Wasser. [Siehe Arth. Meyer (156).] Die Hygroskopizität ist nicht bei allen Stärkesorten gleich. Bei gleicher Luftfeuchtigkeit führt Kartoffelstärke mehr hygroskopisches Wasser (etwa 20%) als Weizen- und Maisstärke (etwa 16 %).

Löslichkeitsverhältnisse.

Die Stärke ist in Wasser von gewöhnlicher Temperatur, ferner in Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, in ätherischen und fetten Ölen unlöslich. In Kupferoxydammoniak ist sie hingegen gleich der Zellulose löslich, ferner in Chloralhydratlösung. [Vgl. dagegen Parow (177,5).]

Was das Verhalten der Stärke zu Wasser anbelangt, so wird von Nägeli und anderen angegeben, daß beim Zerreiben der Stärkekörner unter Wasser eine teilweise Lösung der Stärkesubstanz erfolgt. Diese Tatsache wird von Knop durch die beim Zerreiben erfolgende Erwärmung erklärt, die eine teilweise Verkleisterung zur Folge hat [Parow 177,5)]. Nach Wiesners Beobachtungen ist das unberührte Stärkekorn in Wasser unlöslich; es löst sich aber zum Teil in Wasser auf, wenn es zertrümmert wird, auch wenn hierbei keine Verkleisterung stattfindet. Denn wenn die Zertrümmerung mit gekörntem Eis erfolgt und sich hierbei eine Temperatur der Mischung von höchstens 2—3° einstellt, bei der wohl von Verkleisterung der Stärke nicht die Rede sein kann, tritt doch eine teilweise Lösung der Stärkesubstanz ein [siehe auch Huss (117)].

Wird Stärke von einer bestimmten Temperatur mit Wasser von der gleichen Temperatur zusammengebracht, so tritt, wie Jungk (121) zuerst zeigte und Wiesner auch für zahlreiche andere organische Substanzen nachwies, infolge von Verdichtung des Wassers in den Stärkekörnern eine Temperaturerhöhung ein.

Die Aschenmenge reiner Stärkesorten erhebt sich wohl nicht über 0,6 %.

Die Verkleisterung der Stärke in Wasser tritt in der Regel bei Temperaturen über 60° auf. Die Temperaturen, bei denen die Kleisterbildung eintritt, scheinen bei den verschiedenen Sorten von Stärke verschieden, für einzelne Sorten aber nach den Versuchen von Lippmann (146) konstant zu sein.

Verkleisterungstemperaturen einiger Stärkesorten nach Lippmann:

Roggenstärke	50,0—55,0°
Reisstärke	58,7—61,2°
Kartoffelstärke	58,7—62,5°
Maisstärke	55,0—67,5°
Weizenstärke	62,5—68,7°
Tapiokastärke	62,5—68,7°
Sagostärke	66,2—70,0°
Buchweizenstärke	68,7—71,2°
Eichelstärke	77,5—87,5°

Untersuchungen über das Verhalten von Stärkekörnern gegen verquellende und auflösende Agentien, Säuren und Laugen wurden von Rosenthaler und Stauffer (200) angestellt. Das Verfahren kann zur Unterscheidung von Stärkesorten herangezogen werden (Weizen-, Roggen- und Gerstenstärke).

Die Bestimmung der Verkleisterungstemperatur bietet mancherlei Schwierigkeiten, so daß die Angaben verschiedener Autoren für die gleichen Stärkearten differieren. So verkleistert nach Dafert Reisstärke erst bei 73° [Arth. Meyer (156)].

Die Kleister der verschiedenen Stärkesorten haben verschiedene Eigenschaften und verschiedene Dauerhaftigkeit. Maisstärkekleister hat ein größeres Steifungsvermögen als der Kleister von Weizenstärke, und dieser wieder ein größeres als Kartoffelstärkekleister [Wiesner (243), Parow (177, 6)]. Reiner Kartoffelstärkekleister ist weniger haltbar als ein Kleister aus reiner Weizenstärke. Ersterer verliert unter Bildung organischer Säure früher seine Klebkraft als letzterer. Manche Kleistersorten, wie die aus Marantastärke bereiteten, sind völlig geruchlos, während andere einen unangenehmen Geruch erkennen lassen, wie z. B. der Kartoffelstärkekleister. Dieser Geruch tritt am deutlichsten hervor, wenn man die Stärke mit dem zehnfachen Gewicht Salzsäure (von 1,083 spezifischem Gewicht) schüttelt.

Über die Klebefähigkeit der Stärkesorten siehe die Untersuchungen von Heron und Brown (103), Dafert (45) und W. Thomson (219), die aber bisher in der Praxis noch keinen Eingang gefunden haben.

Bei Saare (204) ist eine Methode beschrieben, nach welcher die Glasgower Kattundrucker die Stärke auf ihre Klebkraft prüfen [siehe auch Parow (177, 6)].

Endlich sei noch erwähnt, daß die im Handel erscheinende Stärke entweder ein feines Pulver oder mehr oder weniger große zusammenhängende Massen bildet. Im letzteren Fall unterscheidet man die ganz unregelmäßig geformten Brocken (Schäfchen), die sich leicht zu Pulver zerdrücken lassen und sich bilden, wenn die in dichter Masse niedergeschlagene oder durch Zentrifugieren vereinigte Stärke (nachdem sie trocken geworden ist) grob zerkleinert wird. Die Strahlen- oder Stengelstärke läßt eine dichtere Bindung der Körnchen erkennen, die dadurch hervorgerufen wurde, daß zu der sich abscheidenden Stärkemasse sehr verdünnter Kleister zugesetzt wird. Solche Strahlenstärke ist von den Schäfchen dadurch zu unterscheiden, daß erstere mit Wasser vorsichtig verrieben ein Filtrat geben, das durch Jod gebläut wird, während das in gleicher Weise bereitete Filtrat der zerdrückten Schäfchen farblos ist. Es wird aber zu beachten sein, daß sehr kleine Stärkekörnchen, z. B. die von Reis, das Filter passieren können und im Fall ihres Durchtrittes eine Blaufärbung des Filtrates verursachen. Eine auf diese Weise herbeigeführte Täuschung kann durch mikroskopische Prüfung leicht vermieden werden.

Die Verwendung der Stärke soll hier nur in zusammenfassender Übersicht geschildert werden; bei Besprechung der einzelnen Stärkesorten folgen nähere Einzelheiten. Die »grüne Stärke« dient in großem Maßstab in der Fabrikation von Dextrin, Stärkezucker, Malzzucker (Bonbonfabrikation), Sirupfabrikation, Sagofabrikation, Nitrostärke für Schieß- und Sprengstoffe [Oelker (169)] und vielen anderen Produkten. Trockene Stärke wird zur Bereitung von Kleister usw., der wieder entweder als Klebmittel oder zum Schlichten von Garnen und Appretieren von Geweben, ferner als Verdickungsmittel für Farben und Beizen in der Färberei und im Zeugdruck, zum Leimen vieler, namentlich besserer Papiersorten, auch zur Darstellung von Farben dient, verwendet. Waschblau ist meistens gefärbte Stärke. Zur Färbung der besseren Waschblausorten dient Indigoblausulfosäure oder ein ähnliches Indigopräparat. Zu geringeren Sorten benutzt man auch Lackmus, Blauholzextrakt oder Mineral-

farben. Um das Bläuen der Wäsche zu ersparen, erzeugt man in England (aus Reisstärke), in Frankreich und Deutschland (aus Weizenstärke) eine schwach bläulich gefärbte Stärke. Stärke, die zur Appretur von Geweben dienen soll, wird häufig mit mineralischen Substanzen versetzt, um die appretierten Gewebe unverbrennlich zu machen. Zur Darstellung dieser Apyrinstärke (apyrous starch) oder feuersicheren Stärke dienen Salmiak, Borax, Ammoniakalaun, wolframsaures Natron usw. [Siehe Gintl (83) und Branza (24).] Feine Stärkesorten werden auch als Schminke und Haarpuder verwendet. Reine Stärkesorten, z. B. gute Weizenstärke (amylum tritici), Arrow-root (amylum marantae), finden eine medizinische Benutzung und dienen namentlich in England in ausgedehntem Maße auch zur Herstellung von Backwerken. Halbverkleisterte Stärke (Sago, Tapioka) ist in den Tropen ein wichtiges Nahrungsmittel, das bekanntlich (zu Suppen und Speisen) auch bei uns Eingang gefunden hat.

Statistiken über Stärkeerzeugung, Verbrauch, Ausfuhr usw. in Deutschland und anderen Ländern siehe Ullmann (224) und den besonderen Teil.

W. von Brehmer.

VI. Chemische Charakteristik und Konstitution der Stärke.

Von S. Zeisel.

1. Die Rohstärke.

a) Begleitstoffe. Die Stärkesorten des Handels enthalten neben eigentlicher Stärkesubstanz und Wasser noch kleine Mengen anderer Stoffe, nämlich Zellwandreste, Anteile von Zellsaft, Fett, Phytosterine, lösliche Kohlenhydrate, organische Säuren, deren Entstehung auf die Fermentation zurückzuführen ist, welcher man gewisse Rohmaterialien der Stärkefabrikation behufs Isolierung der Stärke aussetzt, stickstoffhaltige Substanz, riechende Stoffe, Reste der zur Reinigung verwendeten Schwefelsäure oder der bei der Neutralisation letzterer entstandenen Ammonium-, Natrium- und Kalium-Sulfate, mitunter Alkalikarbonat und andere Mineralsubstanzen, welche den Mutterpflanzen entstammen. Bezüglich dieser Verunreinigungen bestehen in qualitativer und quantitativer Hinsicht Unterschiede je nach der Stärkesorte. Näheren Aufschluß über die chemische Zusammensetzung der Stärke gibt nachfolgende Zusammenstellung von Durchschnittswerten (262).

Stärkesorte	Wasser %	Stickstoffsubstanz %	Fett %	Stärke %	Zellwandreste %	Asche %
Weizenstärke . .	14,0	1,9	0,2	83,3	0,3	0,4
Maisstärke . . .	14,0	1,5	—	84,1	—	0,4
Arrowroot-Stärke .	15,7	1,1	0,1	82,8	0,05	0,2
Sagostärke . . .	12,9	0,5	—	86,2	—	0,4
Tapiokastärke . .	14,4	0,5	—	84,8	—	0,25
Kartoffelstärke a) .	19,2	0,7	0,04	79,6	0,1	0,3
„ b) .	17,2	1,0	—	80,8	—	1,0

Nach A. Fernbach (263) enthält Kartoffelstärke auch Phosphor, der durch verdünnte Salzsäure nicht entfernt werden kann. Nach Trennung der größeren Stärkekörner von den kleineren durch Schlämmen fand er für je 100 g Stärke

in den größeren, d. h. schwereren Körnern	160	143	159	160	178	138 mg	P_2O_5,
in den kleineren, d. h. leichteren Körnern	199	158	185	194	226	155 mg	P_2O_5

Es scheint, als ob beim Wachsen der Stärkekörner ein phosphorärmerer Kern von phosphorreicheren Schichten umhüllt würde. Der Phosphor gehört nicht ausschließlich phosphorhaltigen Proteinen an, weil hierfür der Stickstoffgehalt der Stärke zu gering erscheint. 100 g Stärke weisen 18—38 mg Stickstoff auf. Nach E. Fouard (264) enthält die Stärke ihren Phosphor ausschließlich in anorganischer Bindung (als Phosphate). Für die Abnahme des Asche- und des Phosphorsäuregehaltes bei fünfmaligem Waschen der Stärke mit verdünnter Salzsäure fand er folgende Werte, wobei sich I auf die ursprüngliche,

II bis VI auf die 1—4 mal gewaschene Stärke beziehen:

	I	II	III	IV	V	VI
Asche in Proz.	3,31	1,95	1,71	1,45	1,26	1,24
H_3PO_4 in Proz.	1,915	1,318	1,177	1,148	1,121	1,117

Kartoffel- und Weizenstärke reagieren in der Regel sauer, erstere von Schwefelsäure, letztere von durch Fermentation entstandener Milchsäure. Soxhlet (265) fand in fünf Proben von Kartoffelstärke 0,11—0,77 %, in drei Sorten Weizenstärke im Mittel 0,14 % freie Säure, berechnet als Milchsäure. Hingegen fand er Reis- und Maisstärke stark alkalisch von der bei ihrer Herstellung verwandten Natron- oder Sodalösung. Nach Fernbach reagiert die rohe Stärke gegen Phenolphthalein schwach sauer, gegen Helianthin alkalisch, gerade so, als ob sie primäre und sekundäre Phosphate enthielte, und L. Maquenne und E. Roux (266) fanden alle von ihnen untersuchten Stärkesorten gegen Helianthin alkalisch, wie sie meinen, infolge von Adsorption von Kalziumkarbonat aus dem bei der Erzeugung der Stärke benutzten Wasser. Zur Neutralisation benötigten sie für je 1 g verkleisterter Stärke in 50 ccm Wasser bei Weizen-, Mais- und Erbsenstärke zwei Tropfen $^1/_{10}$ n Schwefelsäure, bei käuflicher Reisstärke für ein Liter Kleister von 2 % 9,8—147 mg Schwefelsäure. Eine Probe Reisstärke enthielt 0,96 % Mineralsubstanz, nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure nur unwägbare Spuren und adsorbierte in gewöhnlichem Wasser wieder 0,1 % Aschenbestandteile.

In gewissen Arrowroot-Sorten trifft man konstant Kalziumoxalat in Kristallen an (267).

G. Malfitano (268) schreibt dem Gehalte der Stärke an Elektrolyten eine entscheidende Bedeutung zu für ihr Verhalten im Hydrosolzustand und für die Koagulation der Stärkehydrosole. Nach ihm sind die Mineralsubstanzen der Stärke an ihre überwiegenden organischen Komponenten adsorptiv gebunden. Besonders wichtig scheinen in dieser Richtung die Phosphate und das Kalziumkarbonat zu sein.

b) Reinigung. Die Stärkesorten des Handels lassen sich durch Waschen mit verdünntem Ammoniak, welches sich hierbei oft braun färbt, sodann durch Wasser und Entfernung gröberer Teilchen durch engmaschige Siebe, leichterer und schwererer Partikelchen durch Schlämmen bis zu einem gewissen Grade reinigen. Besser ist es jedoch, für die Gewinnung reiner Stärke im Laboratorium die betreffenden Ausgangsmaterialien nach Verfahrungsarten zu verarbeiten, welche sich in Arth. Meyers Monographie »Untersuchungen über die Stärkekörner« (269) beschrieben finden und auf welche hier nur verwiesen werden kann (270).

Nach dem oben Gesagten wird ein Teil der Aschesubstanz durch wiederholtes Waschen mit sehr verdünnter Salzsäure und Wasser in der Kälte entfernt. Eine vollständige Entmineralisierung bewirken G. Malfitano und A. N. Moschkoff (271) durch Waschen mit $^1/_{10}$ n Salzsäure, Lösen in Wasser bei 130°, Gefrierenlassen, Trennung des Koagulums von der Lösung und 3—5 malige Wiederholung des Lösungs- und Koagulationsvorganges, wobei für die letzten Lösungsoperationen an Stelle des Autoklaven das kochende Wasserbad tritt. Doch findet hierbei unzweifelhaft eine Denaturierung der Stärke und eine Trennung vom Amylopektin der Stärkekörner statt. (Siehe weiter unten.) Es gibt übrigens auch technische Stärkesorten von genügender Reinheit (272).

2. Die Kohlenhydrate des Stärkekornes.

Die Ansichten über die Zusammensetzung des Kohlenhydratanteiles der Stärkekörner haben sich im Laufe der Zeit geändert und sind auch heute noch nicht völlig geklärt.

Nachdem C. Nägeli 1847 die äußerste Schicht der Stärkekörner als aus Zellulose bestehend erklärt hatte, hierin aber von Mohl und Schleiden widerlegt worden war, hielt er 1858 die nach längerer Einwirkung von Speichel auf die Stärkekörner zurückbleibenden Skelette für Zellulose und bezeichnete 1863 ähnliche Rückstände, die nach $^5/_4$jähriger Behandlung von Stärke mit Salz- oder Schwefelsäure hinterblieben waren, als Amylozellulose, neben der in weit überwiegender Menge die eigentliche Stärkesubstanz, von ihm Granulose genannt, den Hauptbestandteil der Stärkekörner

bilde. Mohl erkannte 1859 zwar an, daß neben einem durch Enzyme und Säuren leichter angreifbaren ein resistenterer Anteil im Amylum vorhanden sei, bestritt jedoch unter Hinweis auf dessen Löslichkeit in Kalilauge, konzentrierterer Salzsäure oder Zinkchloridlösung seine Identität mit Zellulose. Er bezeichnete die Substanz der Stärkekornskelette als Farinose. 1886 glaubte Arth. Meyer auf mikrochemischem Wege festgestellt zu haben, daß sowohl die »Speichel- als auch die Säureskelette« der Stärkekörner, welche schon Walter Nägeli als identisch angesehen hatte, aus Amylodextrin, einem Umwandlungsprodukte der eigentlichen Stärkesubstanz, Amylose, bestünden. 1895 berichtigte er jedoch diese Behauptung wie folgt. Die jodbläuenden (»normalen«) Stärkekörner bestehen aus zwei Modifikationen von Amylose, α- und β-Amylose, von denen die erstere, die resistente, durch Jod nicht blau werdende Form nur in geringer Menge vorhanden ist. Die »Säureskelette« bestehen je nach der Dauer der Einwirkung der Säure aus α-Amylose, β-Amylose und dem zuerst von Walter Nägeli nachgewiesenen Amylodextrin oder aus α-Amylose und Amylodextrin oder endlich, bei sehr langer Einwirkungsdauer, aus Amylodextrin (273), demnach zuletzt aus einem Umwandlungsprodukte der Stärke, welches nicht in den ursprünglichen »normalen« Stärkekörnern vorhanden war. Hingegen bestehen die »Speichelskelette«, nachdem alle β-Amylose durch das Speichelenzym gelöst ist, nur aus α-Amylose und Amylodextrin. Durch Behandlung verschiedener Stärkesorten mit 1,56 %iger Salzsäure, anfangs in der Kälte, später bei 80° bis zum Eintritt roter oder brauner Jodreaktion an Stelle der anfänglichen blauen, Entfernung der löslichen Produkte und der Säure mit viel heißem Wasser hat Arth. Meyer die α-Amylose isoliert und quantitativ bestimmt. Kartoffelstärke enthielt davon etwa 0,6, Reisstärke 0,9, Maisstärke 1,0, Weizenstärke 1,5, Arrowroot 2,5 %.

Meyers α-Amylose wird von Jodjodkaliumlösung nicht blau, sondern nur schwach rötlich gefärbt. Bei 100° löst sie sich im Gegensatze zu β-Amylose auch in der doppelten oder mehrfachen Menge von Wasser nicht, wohl aber in Wasser von 138° zu einer klaren, nicht opalisierenden Flüssigkeit, welche anscheinend nicht verschieden ist — auch nicht in bezug auf das polarimetrische Verhalten — von einer in gleicher Weise hergestellten Lösung der betreffenden Stärkekörner in toto. Auch die aus jeder der beiden Materien gewonnenen Lösungen in Natronlauge verhalten sich sehr ähnlich. Endlich liefert α-Amylose bei vollständiger — sich allerdings schwieriger vollziehender — Hydrolyse mittels Salzsäure sehr angenähert die gleiche Menge Dextrose wie dasselbe Gewicht Stärkekörner, und zwar als einziges Hydrolysat. Für Meyer sind α- und β-Amylose, einmal in Lösung gebracht, identisch: Amylose. Er ist geneigt, die β-Amylose als ein Hydrat der α-Amylose anzusehen.

Syniewski (274) hat die Stärkesubstanz wenigstens der Kartoffelstärke als einheitlich angesprochen und das bei der Säure- oder Enzymhydrolyse beobachtete, nach ihm jedoch nicht unvermeidliche Auftreten geringer Mengen unlöslicher Substanz durch eine nachträgliche Umwandlung eines kleinen Anteils der ursprünglich einheitlichen Stärkesubstanz erklärt.

L. Maquenne (275) hingegen ist durch eingehendes Studium der Rückbildung unlöslicher Produkte — »künstlicher Stärke« — aus Stärkekleister und Stärkelösungen, welche weiter unten noch besprochen werden soll, zur Ansicht gelangt, daß mindestens vier Fünftel vom Gewichte der Stärkekörner im Stärkekleister als »Amylose« im gelösten Zustand und der Rest als »Amylopektin« vorhanden ist. Maquennes »Amylose«, früher von ihm als »Amylozellulose« bezeichnet, ist im Kleister vollkommen gelöst, ihre Lösung jedoch durch das schleimig gequollene Amylopektin verdickt. Sie ist nicht einheitlich, sondern ein Gemenge verschiedener Bestandteile von ungleicher Löslichkeit in siedendem und überhitztem Wasser. Diese Amylosekomponenten bilden anscheinend eine vielgliedrige Reihe, deren Endglieder einerseits durch leichteren, andererseits durch schwierigeren Übergang in den gelösten Zustand und vermutlich auch durch un-

gleiche Reversibilität (Koagulationsfähigkeit) ihrer Lösungen gekennzeichnet sind. Die Amylose Maquennes liefert, frei von Amylopektin, niemals Kleister, sie wird von Alkalilaugen ohne Rückstand gelöst und von Diastase nur im gelösten Zustande gespalten und zwar ausschließlich ohne nachweisbare Zwischenbildung von Dextrin zu Maltose (276). E. Roux hat jedoch gefunden, daß »künstliche Stärke«, d. i. koagulierte Amylose zwar ein Fünftel mehr Maltose liefert als natürliche Stärke, doch auch Dextrine, die jedoch im Gegensatz zu den aus dem Amylopektin entstehenden Dextrinen im Alkohol fast völlig löslich sind. Die Amylose wird in ungelöstem Zustande von Jod nicht gebläut, wohl aber in gelöster Form und dann intensiver als die gewöhnliche Stärke. Das Amylopektin ist gelatinös, unlöslich in Wasser und Alkalilaugen, quillt stark in letzteren, wird durch Diastase rasch verflüssigt, jedoch nur sehr langsam in Maltose übergeführt. Die bei Einwirkung der Diastase auf Stärkekleister entstehenden, durch Alkohol fällbaren Dextrine scheinen ausschließlich dem Amylopektin zu entstammen. (Siehe jedoch oben.)

Bezüglich des Verhaltens des Amylopektins gegen Jod macht Maquenne widersprechende Angaben. Noch in der zitierten Zusammenfassung sagt er, sie werde von Jodjodkalium nicht gebläut. Kurze Zeit darauf (277) konstatiert er auch am Amylopektin eine Färbung mit Jod und zwar eine blauviolette. Nach alledem schien es sich bei dem Amylopektin und den Komponenten der Amylose nur um graduell verschiedene metastabile Kondensationsstufen einer leicht veränderlichen Stammsubstanz zu handeln, die jedoch nicht Maltose sein kann. Dies wurde durch spätere Untersuchungen nur zum Teil bestätigt.

Die Ansicht Maquennes und seiner Mitarbeiter, daß die »rückgebildete Stärke« den vorwiegenden Bestandteil der natürlichen Stärkekörner bildet, gründet sich besonders auf die von ihm neuerlich hervorgehobene große Ähnlichkeit der beim Altwerden von Stärkekleister und Stärkelösungen, rascher bei deren Abkühlen, sich ausscheidenden Reversionsprodukte mit nativen Stärkekörnern. Derartige Ausscheidungen wurden bereits 1840 von Jaquelin und später von Blütschli beobachtet, H. Rodewald und A. Kattein (278) beschrieben 1900 eingehender solche Produkte aus löslicher Stärke, die durch Abtreiben des Jods der Jodstärke erhalten worden war. Sie bezeichnen sie wegen ihrer weitgehenden Ähnlichkeit mit der natürlichen Stärke als »künstliche Stärkekörner«. Diese gleichen in allen wesentlichen Eigenschaften der »künstlichen Stärke«, welche Maquenne, Roux, Fernbach und Wolff und andere aus verkleisterter oder unter Anwendung höherer Temperaturen und Überdruck in Wasser gelöster Kartoffelstärke erhalten haben. A. Fernbach und J. Wolff (279) fanden, daß die zur Bildung der künstlichen Stärke führende Koagulation durch ein in grünen Getreidekörnern, vielen reifen und keimenden Samen und in Blättern die Amylose begleitendes Enzym, Amylokoagulose, sehr beschleunigt wird. Die künstliche Stärke aus der Kartoffelstärke gleicht — auch in Beziehung auf die mikroskopischen und polarimetrischen Eigenschaften — besonders der Reisstärke und (280) der Stärke der grünen Erbsen. Von E. Roux (281) wurde gezeigt, daß die Mais-, Reis-, Erbsen- und Maniocastärke sich in ihren Rückbildungserscheinungen wie die Kartoffelstärke verhalten und so wie diese aus Amylose und Amylopektin bestehen.

Zur Gewinnung und quantitativen Bestimmung der Amylopektose liegt ein von Z. Gatin-Gruzewska (282) ausgearbeitetes Verfahren vor: die Amylose wird durch schwach alkalisches Wasser gelöst, das hierbei gequollene Amylopektin der Stärkekornhülle durch Neutralisation zum Schrumpfen gebracht, filtriert und das Verfahren eventuell am Lösungsrückstande wiederholt.

Für die Darstellung der Amylose überlassen Maquenne und Roux eine 5%ige bei 110—120° dargestellte Stärkelösung nach Zusatz von etwas Toluol eine Woche lang im Eisschrank der »Rückbildung«, verflüssigen bei niedriger Temperatur mittels Malzauszugs das schleimige Amylopektin und können nun die körnig ausgeschiedene von der Diastase nicht veränderte Amylose abfiltrieren, waschen und durch zweimalige Wiederholung des Vorganges der Lösung, Rück-

bildung, Diastasierung, Filtration und Waschung vollends reinigen. Bei den Wiederholungen ließen sie die Diastase bei 56° auf die Amylopektinreste einwirken.

Zur Darstellung von Amylose und Amylopektin in größerer Menge eignet sich das von H. Pringsheim und K. Wolfsohn (283) modifizierte Verfahren von Ling und Nanji (284): 5%iger Stärkekleister wird bei —10° durch zwölf Stunden ausgefroren, das watteartig ausgeschiedene Amylopektin durch Waschen mit Wasser von 60° von der Hauptmenge der Amylose befreit und diese aus dem Waschwasser durch Konzentrieren im Vakuum und Fällen mit Alkohol gewonnen. Das bei 60° gallertig gewordene Amylopektin wird mit Malzamylase aus Malzauszug durch Alkohol gefällt, zwölf Stunden bei gewöhnlicher Temperatur bis zum Verschwinden der Bläuung mit Jod stehen gelassen, zentrifugiert, auf der Zentrifuge gewaschen und mit Alkohol entwässert.

Nach neueren Ermittlungen von Samec (285) enthält die Kartoffelstärke 83 % Amylopektin neben 17 % Amylose. Ältere Bestimmungen von Gatin-Gruzewska und auch von Pringsheim und Eißler (286) hatten 40—45 % Amylopektin ergeben.

Durch Dialyse von mineralischer Substanz vollkommen befreit ist die Amylose ein weißes Pulver, dessen warmbereitete wässrige Lösung die geschilderten Koagulationserscheinungen zeigt. $[\alpha]_D = +189°$; Molatgröße 80 000. Amylopektin ist, bei 105°, ohne vorherige Entwässerung mit Alkohol, getrocknet eine durchsichtige, dem Gummi arabicum ähnliche Masse. $[\alpha]_D = 195—196°$; Molatgröße 130 000 bis 140 000 (287).

Nach Samec und v. Hoefft (288) enthält das Amylopektin 0,175 % P_2O_5 und ist ein Gemenge der Kalium-, Kalzium- und Magnesiumsalze der Esterphosphorsäure einen Kohlenhydrats,

$$R—O—P=O(OH)_2,$$

worin R den einwertigen Rest eines Stärkekohlenhydrats bedeutet, das später als Erythroamylose bezeichnet wurde, während die zweite Stärkekomponente, Maquennes Amylose, Amyloamylose genannt wurde. Die Erythroamyloseesterphosphorsäure spaltet ihren Säurerest beim Erhitzen mit Wasser auf 138° größtenteils ab und geht dabei klar in Lösung, ebenso durch Einwirkung von Basen in der Kälte, von Säuren und von Diastase. Doch gelingt es in keinem dieser Fälle durch Dialyse zu dem gänzlich phosphorfreien Polysaccharid zu gelangen. Eine aus P-freier Erythroamylose künstlich erhaltene Esterphosphorsäure zeigte Eigenschaften, die denen des natürlichen Amylopektins nahe kamen, hatte allerdings einen höheren P-Gehalt (2,19% P_2O_5). Die Erythroamylose ist identisch mit dem Glykogen und die und die Amyloamylose wurde anscheinend als Salz ihrer Esterschwefelsäure in Flechten vorgefunden, dort das Lichenin begleitend (289).

Wegen weiterer Einzelheiten über die Eigenschaften der Amylose und des Amylopektins (290), der Koagulation der Stärkelösungen (291), der Wirkungen der Amylokoagulose im Zusammenhang mit der Stärkeverflüssigung durch Amylase (292), der Verzuckerung des Amylopektins und der Amylose durch Gersteauszug (293), über Kataphorese von Amylose und Amylopektin (294), die Dialyse von Amyloselösungen (295) und das Verhalten von Amylose und Amylopektin gegen Wasserstoffsuperoxyd (296) muß auf die angeführte Literatur verwiesen werden.

Von in kaltem Wasser löslichen Kohlenhydraten findet sich in »normalen« Stärkekörnern nichts vor oder nur minimale Mengen vielleicht von Erythrodextrin und Dextrin. So fand Macdonald im trockenen Arrowroot 0,21 % löslicher Kohlenhydrate, die übrigens auch nachträglich entstanden sein konnten.

Es kommen aber auch — allerdings seltener — »anomale« Stärkekörner vor, welche sich mit Jod deutlich rot färben. In solchen wurde neben (α- und β-)Amylose (Amylose und Amylopektin) Erythrodextrin (297) nachgewiesen und die Gegenwart von Dextrin wahrscheinlich gemacht.

Die nachfolgenden Angaben über das chemische Verhalten der Stärke sind auf das Produkt zu beziehen, wie es uns von der Natur dargeboten wird, und in dem, wie es scheint, ein bestimmter Stoff, die Erythroamylose, vorwaltet, sofern nichts anderes angegeben wird.

3. Chemische Eigenschaften der Stärke.

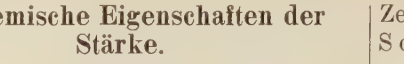
a) Zusammensetzung. Nach obigen Darlegungen hat die früher als Ausdruck für die empirische Zusammensetzung der Stärke allgemein gebrauchte Formel $C_6H_{10}O_5$ ihren Sinn verloren. Sie könnte allenfalls noch für den phosphorfreien Bestandteil des Stärkekorns erhalten bleiben und für jene in der natürlichen Stärke gar nicht vorkommende Polyose, die dem Amylopektin zugrunde liegt. Der Verlauf der hydrolytischen Zertrümmerung des Stärkemoleküls hat zu einer Zeit, da man die Stärke im wesentlichen für homogen hielt, die Aufstellung bestimmter Molekularformeln für die Stärke veranlaßt. Von diesen sei

$$[(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}]_5 = (C_6H_{10}O_5)_{200}$$

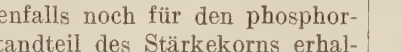
(Brown und Morris) besonders erwähnt, weil sich diese Formel unter den Gärungschemikern durch geraume Zeit eines weitgehenden Ansehens erfreut hat, ohne jedoch unbestritten geblieben zu sein. Als eine der jüngeren sei die Formel von Syniewski (298) $(C_{54}H_{96}O_{48})_n - 3nH_2O$ erwähnt, in welcher n unbekannt ist.

b) Verhalten bei höherer Temperatur. Bei 100° und bei angrenzenden höheren Temperaturen bleibt die reine Stärke unverändert. Lufttrocken gibt sie ihr Wasser erst bei 130° unter eben beginnender Zersetzung ab. Bei 150 bis 160° färbt sie sich gelblich und ist nun in kaltem Wasser löslich. Hierbei entsteht erst »lösliche Stärke«, dann dextrinartige Substanz. So wird das Handelsdextrin oder das Röstgummi (wenigstens zum Teil) dargestellt, auch durch Rösten der mit sehr wenig Salpetersäure befeuchteten Stärke. Ob dieses »Dextrin« mit einer der durch Hydrolyse der Stärke erhältlichen Dextrinarten identisch ist, scheint nicht mit Sicherheit ermittelt zu sein. Von 160—200° nimmt die Färbung der Stärke zu. Bei 200° entsteht etwas Brenzkatechin $C_6H_4(OH)_2$ (299). Bei höherer Temperatur verkohlt sie und liefert dieselben oder ähnliche gasförmige und flüssige Zersetzungsprodukte, wie sie bei trockener Destillation anderer nahestehender Kohlenhydrate entstehen.

Unter den Produkten der trockenen Destillation der Stärke (wie auch der Zellulose) fanden Erdmann und Schäfer (300) das Maltol



Bei trockener Destillation der Stärke im Vakuum entsteht jedoch in mehr als 50 % Ausbeute Lävoglukosan (301) $C_6H_{10}O_5$, d. i.



gemäß der Nomenklatur von H. Pringsheim (302) ⟨1,4⟩ — ⟨1,6⟩ — Anhydroglukose von Karrer und Smirnoff (303) synthetisch dargestellt.

c) Verhalten gegen Wasser. Intakte Stärkekörner sind in kaltem Wasser unlöslich. Daß mit kaltem Wasser und Sand verriebene Stärke ein jodbläuendes Filtrat liefert, kann entweder durch die Annahme einer geringen Löslichkeit der demolierten Körner oder des Durchgehens feinster Korntrümmer durch das Filter in ungelöstem Zustande oder endlich durch Kleisterbildung infolge der Reibungswärme erklärt werden.

M. Samec (304) unterscheidet zwischen der reversiblen auf Kapillarimbibition des Stärketrichitensystems beruhenden »Porenquellung« der intakten Stärkekörner und deren erst beim Erwärmen mit Wasser hervortretenden durch festere Bindung des Wassers bedingter »Lösungsquellung« der Stärke (305).

Beim Erwärmen mit Wasser bildet sich Stärkekleister nach vorhergegangenem Aufquellen der Körner, Trennung ihrer Schichten und schließlichem Platzen der Hüllen. Die Temperatur der vollkommenen Kleisterbildung schwankt je nach der Stärkesorte von 55 bis etwa 87° und ist auch abhängig von der Art und Konzentration vorhandener Elektrolyte. Der Einfluß der Quellungsbedingungen einschließlich der Temperatur auf den Quellungsgrad wurde von Samec durch Ermittlung des Volums des Quellungsproduktes mittels Zentrifugierens verfolgt.

Nach Samec (305) wird die Verkleisterungstemperatur, zu deren Bestimmung er eine besondere Methode angibt, hauptsächlich von den Anionen anwesender Elektrolyte beeinflußt, und die Elektrolyte erweisen sich in dieser Richtung schon bei weit niedrigeren Konzentrationen wirksam als bisher angenommen wurde.

Säuren zeigten sich wirksamer als Salze. Für die Art der Säurewirkung ist gleichfalls das Anion maßgebend, aber auch der Lösungszustand der Säure (Solvatbildung) ist nicht ohne Belang. Basen begünstigen die Stärkequellung schon bei äußerst geringen Konzentrationen. Am wirksamsten sind die stärksten Basen. Den Basen analog verhalten sich bei mittleren Konzentrationen Salze, die in ihren Lösungen OH-Ionen auftreten lassen. Die Quellungskurven der meisten Salze deuten auf die Bildung von Ionen-Adsorptionsverbindungen der Stärke hin. Die Laugenquellung läßt sich durch die Paulische Theorie der Ionenhydration erklären. Die Quellungseinflüsse anderer Kristalloide scheinen auch für das Gebiet der Stärke vornehmlich durch lyotrope Wirkungen bedingt zu sein. Die Verkleisterungstemperatur einer Suspension von 0,75 g Kartoffelstärke in 100 ccm reinem Wasser wurde bei 59,7° festgestellt. Durch vorausgegangene Porenquellung wird die Verkleisterungstemperatur um 2—3° erniedrigt.

Die Klebrigkeit des Kleisters aus derselben Stärkesorte hängt teils von der Art der Reinigung der Stärke, noch mehr aber von der Art der Trocknung ab. Nach Brown und Heron lieferte mit Kali und Säure gereinigte Kartoffelstärke einen weniger klebrigen Kleister als anderweitig behandelte. Je langsamer und bei je niedrigerer Temperatur Kartoffelstärke getrocknet wird, um so größer ist die Klebrigkeit ihres Kleisters (306).

Kalk und andere Basen erhöhen die Viskosität des Kleisters, Zusatz von Schwefelsäure oder Phosphorsäure bis zur fast neutralen Reaktion gegen Methylorange bewirkt, daß der Stärkekleister durch Erhitzen seine Viskosität leicht verliert (307). Möglichst reine Stärke liefert, mit Oxydationsmitteln behandelt (z. B. 25 g Stärke mit 50 ccm einer 0,05 g Kaliumpermanganat enthaltenden Lösung durch $1^1/_2$ bis 2 Stunden stehen gelassen), bei nachfolgendem Erhitzen einen Kleister, der bei 70—75° durch minimale Mengen der Hydroxyde und Karbonate der Alkalien und Erdalkalien wie auch des Ammoniums und demzufolge auch durch die Karbonate des gewöhnlichen Wassers verflüssigt und dann bei gewöhnlicher Temperatur allmählich klebrig wird. Ähnlich wirken sekundäre Phosphate.

Die Kleister verschiedener Stärkesorten zeigen verschiedene Eigenschaften und verschiedene Dauerhaftigkeit. Maisstärkekleister hat ein großes Steifungsvermögen. Ihm folgen Weizen- und Kartoffelstärkekleister. Kartoffelstärkekleister verliert infolge saurer Gärung seine Klebkraft früher als Weizenstärkekleister.

Bei längerer Digestion von Stärke mit der 250- und mehrfachen Menge Wasser bei 90—100° unter fortwährendem Umschütteln oder rascher Bearbeitung nach Art des Eierschneeschlagens erhält man eine dünne, auch bei 100° opalisierende Flüssigkeit, die heiß ihren gesamten Stärkegehalt durch ein mehrfaches Papierfilter, jedoch nicht durch ein Tonfilter laufen läßt und deren Opaleszenz beim Sinken der Temperatur zunimmt. Gegen Brown und Heron (308), und trotzdem sie selbst bei stärksten Vergrößerungen homogen erscheinen, hält jedoch Arth. Meyer solche Flüssigkeiten nicht für Lösungen von Stärke in Wasser, sondern für Emulsionen feinster Tröpfchen von »amylosigen Wasserlösungen« in Wasser. Unter amylosiger Wasserlösung versteht Meyer eine mit Wasser nicht homogen mischbare zähflüssige Substanz, die durch Aufnahme von Wasser seitens der Amylose bei der Quellungs- und Verkleisterungstemperatur der Stärke entsteht. Über Lösung der Stärke in überhitztem Wasser und das Verhalten derartiger Lösungen in der Kälte siehe weiter unten. Beim Erkalten solcher Emulsionen vereinigen sich die feinsten Tröpfchen dieser Substanz zu größeren und gleichzeitig verdichten sie sich unter Wasserverlust. Daher die Zunahme der Opaleszenz usw. Demgegenüber ist an die Auffassung von Maquenne und seiner Schule zu erinnern.

Dextrose und andere Kupferlösung reduzierende Substanzen entstehen durch Einwirkung von Wasser auf Stärke nur dann, wenn diese etwas Säure enthalten hat (309).

d) Verhalten gegen konzentrierte Lösungen neutraler Salze. Rhodanammonium, Rhodankalium, Rhodankalzium, Rhodanbarium, Rhodanmagnesium, Jodkalium, weinsaures Kalium, Natriumnitrat, Natrium-

azetat, Kalziumchlorid, Kalziumnitrat, Zinnchlorür, Zinnchlorid, Zinkchlorid in konzentrierter wässriger Lösung bringen schon bei gewöhnlicher Temperatur Stärke mehr oder weniger leicht zum Quellen. Besonders wirksam in dieser Richtung sind: 40%ige Kalziumnitratlösung, 30%ige Kalziumchloridlösung, 20%ige Lösungen der Rhodanide. Verdünntere, aber auch konzentriertere Lösungen wirken weniger gut oder auch gar nicht. Hierzu, obwohl kein Salz, mag auch das Chloralhydrat gezählt werden.

e) Verhalten gegen Glyzerin. In wässrigem Glyzerin quillt Stärke zu einem dicken Kleister. Aber selbst bei 140° bildet wasserfreies Glyzerin mit lufttrockener Stärke keine homogene Lösung, wohl aber bei 190°, indem sie sich hierbei in »lösliche Stärke« umwandelt (310). Bei noch höheren Temperaturen werden verschiedene in Alkohol teils lösliche, teils unlösliche Dextrine gebildet (311), welche wenigstens zum Teil von den durch Säuren oder durch Enzyme gebildeten Dextrinen verschieden sind. Siehe auch weiter unten.

f) Verhalten gegen Jod. Von Jod, das keine Spur von Jodwasserstoff oder von löslichen Metalljodiden enthält (Joddampf, festem Jod, reinwässriger Jodlösung), wird unverkleisterte Stärke nur gelb gefärbt. Dagegen färben sich Stärkekörner durch Jodwasserstoff enthaltende Jodlösung oder Jodjodkaliumlösung schwarzblau, sehr verdünnter Stärkekleister oder »Stärkelösung« durch dieselben Reagenzien indigblau. Die so entstehende blaue Substanz, die Jodstärke, wurde früher als das Produkt der An- oder Einlagerung von Jod an oder in die Stärke angesehen (312), von Bondonneau als eine Verbindung nach festen Verhältnissen $(C_6H_{10}O_5)_5J$, von Mylius (313) als $(C_{24}H_{40}O_{20}J)_4 \cdot HJ$ bzw. als $(C_{24}H_{40}O_{20}J)_4KJ$, von Seyfert (314) als $(C_{24}H_{40}O_{20})_6J_7$ usw. angesprochen, jedoch von Küster (315) und Arth. Meyer (316) in Annäherung an die älteren Ansichten als eine Lösung von Jod und Jodkalium bzw. Jodwasserstoff in Stärkesubstanz erklärt. Denn der Gehalt der Jodstärke an freiem Jod wechselt je nach der Jodkonzentration der Lösung, aus welcher sie abgeschieden wird, von 11—26,5 %, und das Verhältnis zwischen dem in die Stärke eingehenden und dem in wässriger Lösung verbleibenden Jod folgt dem Ostwaldschen Verteilungsgesetz.

Nach Rouvier (317) bildet sich bei Überschuß von Stärke $(C_6H_{10}O_5)_{16}J_2$, bei Überschuß von Jod $(C_6H_{10}O_5)_{16}J_5$, bei dazwischen liegenden Jodmengen

$$(C_6H_{10}O_5)_{16}J_3 \text{ und } (C_6H_{10}O_5)_{16}J_4,$$

Verbindungen, von denen jede entsprechend dem Verteilungsgesetz für nicht mischbare Lösungsmittel Jod zu lösen vermag.

Durch konzentrierte Lösung von Jodkalium schlägt das Blau der Jodstärke in Rot um (während rotes Jod-Erythrodextrin durch dasselbe Agens orangebraun wird) (318).

Jodstärke, die zwölfmal aus ihrer Lösung durch Chlornatrium ausgesalzen und so gereinigt worden war, mit einem Jodgehalte von 14,01 %, lieferte nach Rodewald und Kattein (319) eine optisch homogene Lösung mit ausgesprochenem osmotischen Druck. Sie muß demnach gegen Arth. Meyer (320), der sie als eine Emulsion erklärt hat, als eine wahre Lösung angesehen werden. Aus ihrem osmotischen Druck ergab sich bei Anwendung einer Pergamentmembran als Molekulargewicht der Jodstärke 36 740, mittelst einer Kollodiummembran 39 680. Nach Abtreiben des Jods durch Kochen resultiert eine Stärkelösung, in welcher der Stärke unter Berücksichtigung des oben angeführten Jodgehalts der Jodstärke das Molekulargewicht 32 700 zukommt.

Jodstärke wird nicht nur durch schweflige Säure, arsenige Säure, Natriumthiosulfat, sondern auch durch Alkohol entfärbt. Beim Erhitzen mit Wasser verschwindet die blaue Farbe, um beim Erkalten wiederzukehren. Mit Wasser längere Zeit erhitzte Jodstärke bläut sich beim Erkalten nicht wieder, teils weil das Jod verflüchtigt ist, teils weil es sich in Jodwasserstoff umgewandelt hat. Die Bläuung der Stärke durch Jod hat in der analytischen Chemie weitgehende Anwendung gefunden: Nachweis von Ozon und von salpetriger Säure, Jodometrie usw. (321).

M. Samec und A. Mayer (322) fanden, daß in wässrigen Lösungen, welche

Amyloamylose (Maquennes Amylose) neben Erythroamylose (entphosphorisiertem Amylopektin) enthalten, zugesetztes Jod von dieser erst nach Sättigung jener mit dem Halogen aufgenommen wird, und daß die Jodfärbung — Blau bzw. Violett — nicht von den kolloidchemischen Eigenschaften der Amylosen abhängt, sondern von den Grundsubstanzen, aus denen sie aufgebaut sind. Dies gilt auch weitgehend bezüglich ihrer Hydrolysate, soweit sie auf Jod reagieren, derart, daß aus Amyloamylose entstehende Dextrine selbst mit einer Molatgröße von weniger als 2000 noch die blaue und analog aus Erythroamylose erhaltene Abbauprodukte die violette Jodfarbe zeigen. Samec (323) unterscheidet daher Amylo- und Erythrodextrine, Bezeichnungen, welche zum Teile von den in der älteren Stärkeliteratur gebräuchlichen abweichen. Aus einer Abhandlung von v. Euler und Myrböck (324) ist neben anderem zu entnehmen, daß Stärkekleister, mit Jodbenzollösungen steigender Konzentration bis zum eingetretenen Gleichgewicht geschüttelt, stufenweise zwei definierte Jodverbindungen bildet. Diese dürften wohl einerseits auf die Inhaltssubstanz (Maquennes Amylose), andererseits auf die Hüllsubstanz (Maquennes Amylopektin) des Stärkekorns zu beziehen sein. Diese Befunde sind geeignet, die Auffassung der Jodstärke als einer bloßen Adsorptionsverbindung wieder zu erschüttern. Nicht minder die Existenz von intensiv grün (feucht blau) bzw. rotbraun gefärbten Jodverbindungen (325) der »kristallisierten Dextrine« Schardingers, von H. Pringsheim als »Polyamylosen« bezeichnet, welche durch Einwirkung des Bacillus macerans auf Stärkekleister entstehen. Dies sind die Diamylose $(C_6H_{10}O_5)_2$ und die Triamylose $(C_6H_{10}O_5)_3$ nebst ihren Dimeren $[(C_6H_{10}O_5)_2]^2$ (α-Tetramylose Pringsheims) und

$$[(C_6H_{10}O_5)_3]^2$$

(β-Hexamylose Pringsheims). Hierbei ist nicht zu übersehen, daß sich später sichere genetische Beziehungen einerseits zwischen Diamylose und Amyloamylose andererseits zwischen Triamylose und Erythroamylose ergaben, für welche auch die angeführten Jodfärbungen sprechen. Zugleich wird hierdurch auch die Ansicht Samecs hinsichtlich des Zusammenhanges von Jodfarbe und Grundsubstanz der Amylosen gestützt. Die Analogie in der Zusammensetzung der Jodstärke und der Jod-Polyamylosen schien anfänglich insofern unvollständig zu sein, als in letzteren kein HJ oder KJ neben Jod nachgewiesen wurde. Eine neuerliche Untersuchung (326) hat jedoch diesen Unterschied behoben. Endlich wäre in diesem Zusammenhange darauf hinzuweisen, daß nach M. Bergmann (327) das dimere Methylcykloacetal

$$\left[CH_3 \cdot C(OCH_3) \cdot CH_2\right]_2$$

und das dimere Methylcykloacetal des Acetoins

$$\left[CH_3 \cdot C(OCH_3) \cdot CH \cdot CH_3\right]_2$$

intensiv gefärbte kristallisierte Jodverbindungen liefern, welche mittels Jodjodkalium gewonnen, für 4 J ein KJ enthalten, geradeso wie nach Mylius die in gleicher Weise dargestellte Jodstärke. Hier wie dort will man die Fähigkeit, Jod und Jodkalium zu binden, auf die Wirksamkeit von Restvalenzen ausgehend vom Brückensauerstoff —O— zurückführen, der sowohl in den Bergmannschen Acetalen als auch in den Stärkekomponenten und ihren näheren Abbauprodukten unausweichlicherweise anzunehmen ist.

g) Verhalten gegen Brom und Bromwasserstoff. Stärke wird durch Brom orange gefärbt. Die Bromstärke, die leichter zersetzlich ist als ihr Jodanaloges, wurde nicht eingehend studiert.

Durch Einwirkung von Bromwasserstoffgas auf unter Chloroform befindliche trockene Stärke bei gewöhnlicher Temperatur entsteht in 33%iger Ausbeute Brommethylfurfurol

$$CHO \cdot C = CH - CH = C \cdot CH_2Br_2,$$
$$\text{—————O—————}$$

und zwar höchstwahrscheinlich aus zwischengebildeter α-d-Glukose (328), weil es nicht aus Lävoglukosan bei gleicher Behandlung gebildet wird, welches wohl aus β-d-Glukose (in mehr als 50 % Ausbeute) durch Vakuumdestillation entsteht (329), nicht aber aus dem α-Isomeren

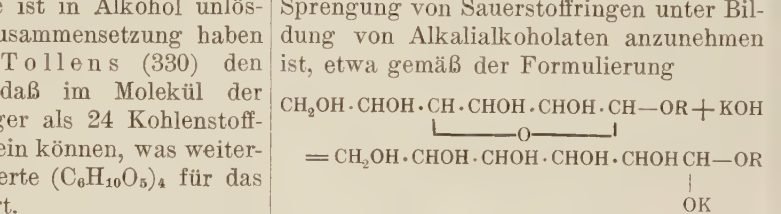
und auch sonst experimentell zur β-Glukose in enge Beziehung gebracht wurde.

h) Verhalten gegen Metallhydroxyde. In Kali- oder Natronlauge von 2 % Gehalt und darüber quillt die Stärke zu einer durchscheinenden Gallerte auf, die nach Entziehung der überschüssigen Base durch mehrfach alternierende Behandlung mit Alkohol und Wasser die Zusammensetzung $C_{24}H_{39}KO_{20}$ bzw. $C_{24}H_{39}NaO_{20}$ besitzt. Diese Kalium- und Natriumstärke ist in Alkohol unlöslich. Aus ihrer Zusammensetzung haben Pfeiffer und Tollens (330) den Schluß gezogen, daß im Molekül der Stärke nicht weniger als 24 Kohlenstoffatome vorhanden sein können, was weiterhin zum Minimalwerte $(C_6H_{10}O_5)_4$ für das Stärkemolekül führt.

Andere Metallverbindungen der Stärke entstehen durch Fällung von Stärkekleister mit Kalk- und Barytwasser und mit Bleiessig unter Zuhilfenahme von Alkohol, scheinen jedoch keine konstante Zusammensetzung zu zeigen (331).

Beim Kochen mit Kalilauge entsteht »lösliche Stärke«, die aus der alkalischen Flüssigkeit durch Essigsäure und Alkohol in Flocken gefällt wird (332). Nach Syniewski (333) tritt hierbei Hydrolyse ein.

Die Einwirkung von Alkalilaugen auf das Stärkekorn und Stärkekleister wurde von Samec (334) eingehend studiert. Im Konzentrationsbereiche von 1.10^{-2} normaler Lauge wird auch das Korn von der Lauge angegriffen, quillt zunächst auf und geht oberhalb einer Laugenkonzentration 5.10^{-2}n teilweise in Lösung, das Maximalvolum der Stärkekörner (als Maß der Hydration) steigt mit wachsendem Laugengehalt und nimmt auch zeitlich zu, bis schließlich die Stärke ganz in Lösung gegangen ist. Wird dann die Lauge neutralisiert, so fällt ein Teil der Stärke wieder aus. Ebenso wenn man innerhalb der ersten 24 Stunden die freie Lauge abdialysiert. Länger — bis 31 Tage — andauernde Einwirkung der n-Lauge bewirkt einen weiteren starken Abfall der schon nach einer Stunde beträchtlich verringerten Viskosität, Ansteigen der elektrischen Leitfähigkeit, ein Sinken der ursprünglichen Molatgröße von ungefähr 48 000 auf etwa 28 000 (osmometrisch gemessen) ohne Verringerung der nicht dialysierbaren (organisch gebundenen) Phosphorsäure. Die Ausdehnung der Versuche zunächst auf die Einwirkung von sehr verdünnter Lauge auf native Stärke bei erhöhter Temperatur zeigte, daß hierbei die Stärkesubstanz im allgemeinen gleichartige Veränderungen erleidet wie beim bloßen Kochen mit Wasser. Prinzipiell neue Vorgänge setzen erst bei jenen Laugenkonzentrationen ein, bei denen die Sprengung von Sauerstoffringen unter Bildung von Alkalialkoholaten anzunehmen ist, etwa gemäß der Formulierung



Laugen von höherer Konzentration als $2{,}5.10^{-3}$n bedingen nebst einer durch den Anstieg der Viskosität angedeuteten Amylatbildung einen mit der Kochdauer und der Laugenkonzentration zunehmenden Zerfall der Molekülaggregate (gleichlaufende Abnahme des optischen Drehungsvermögens, Zunahme des osmotischen Druckes, Auftreten dialysabler Substanzen) und nach zweistündiger Kochdauer mit 1.10^{-1}n-Lauge machen sich reduzierende Stoffe und deren braune Zersetzungsprodukte bemerkbar, nachdem schon vorher Abspaltung des Phosphorsäurerestes stattgefunden hat.

Beim Schmelzen mit Kali entstehen aus Stärke neben anderen Zersetzungsprodukten Oxalsäure und Essigsäure.

i) Verhalten gegen Oxydationsmittel. Salpetersäure bewirkt vorerst Hydrolyse, weiterhin die Bildung von Zuckersäure (335) neben weiter abgebauten Oxydationsprodukten. Durch Brom und Silberoxyd wird Glukonsäure gebildet (336). Andere Produkte erhielt Petit durch Einwirkung von Salpetersäure (337). Kaliumpermanganat (338) sowie Wasserstoffsuperoxyd (339) lassen amorphe Säuren (»Dextrinsäure«) entstehen. Chromsäure wandelt nach Cross, Bevan und Beadle (340) Stärke in Produkte um, die bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol liefern. Oxydationsmittel führen die gewöhnliche Stärke oft in lösliche Modifikationen über. (Siehe bei löslicher Stärke.)

k) Durchgreifende Zersetzung durch Säuren. Durch andauerndes Erhitzen von Stärke mit konzentrierter Schwefel- oder Salzsäure entstehen aus Stärke huminähnliche Substanzen, Ameisensäure und Lävulinsäure,

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO_2H,$$

Stoffe, die unter gleichen Umständen auch aus der Glukose und anderen isomeren Zuckerarten gebildet werden. Ohne Zweifel wird die Stärke hierbei vorerst in Glukose übergeführt.

l) Ester. Durch Behandlung von trockener Stärke mit abgestuften Mengen rauchender Salpetersäure ohne und mit Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure bei verschieden langer Einwirkung wurden gewonnen: Stärkemononitrat $C_{12}H_{19}O_9(NO_3)$ (341), Stärkedinitrat $C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2$, in einer in Alkoholäther löslichen und in einer darin unlöslichen Form (342), Stärketetranitrat, $C_{12}H_{16}O_6(NO_3)_4$ in einer löslichen und einer unlöslichen Modifikation (341), Stärkepentanitrat (343)

$$C_{12}H_{15}O_5(NO_3)_5$$

und Stärkehexanitrat (343)

$$C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6.$$

Diese Ester sind vom Dinitrat ab explosiv, unlöslich in Wasser, teils löslich, teils unlöslich in 95%igem Alkohol, Ätheralkohol, Azeton, Eisessig und Nitrobenzol. Ihre Formeln sind unsicher. Möglicherweise stehen sogar einzelne dieser Verbindungen zur Stärke nicht mehr in der einfachen Beziehung von Estern. Ein »Stärkenitrat« mit 14,08 % N liefert nach E. Berl und W. Smith jun. (344) mit Alkalilaugen eine linksdrehende, stark reduzierende Säure von karamelartigem Geruch, vielleicht ein Homologes der Brenztraubensäure. — Beim Verreiben von Stärke mit konzentrierter Schwefelsäure entstehen je nach der Menge der Schwefelsäure, der Einwirkungsdauer und der Temperatur verschiedene Stärke-Esterschwefelsäuren

$$C_{6n}H_{10n-x}O_{5n-x}(SO_4H)_x,$$

worin $x:n = 1:1$ oder $4:3$ oder $5:4$ usw., welche sich außer in der Zusammensetzung auch polarimetrisch und im Kupferreduktionsvermögen unterscheiden. Sie lösen sich leicht in Wasser und Alkohol, nicht in Äther. In den wässrigen Lösungen tritt langsam in der Kälte, rasch beim Kochen Verzuckerung ein. Die alkoholischen Lösungen scheiden kleine Kügelchen säureärmerer Produkte aus (345). — Ester der Stärke mit organischen Säuren wurden nach den bekannten Methoden durch Erhitzen der Stärke mit den konzentrierten Säuren mit oder ohne Zusatz von Schwefelsäure, deren Anhydriden oder Chloriden gewonnen. So von J. Traquair (346) ein Stärkemonoformiat und ein Triformiat, von demselben (346) wie auch von Cross, Bevan und Traquair (347) eine Reihe von Stärkeazetaten, teilweise mit technisch verwendbaren Eigenschaften (»Feculose«), Monochlor-, Dichlor- und Trichlorazetate der Stärke von A. Kldiaschwili (348). Native Stärke eignet sich nicht zur Gewinnung von Stärkeazetaten. Meist wurde »Zulkowsky-Stärke« verwendet, so zuerst von F. Pregl (349), welcher bei Anwendung von Azetanhydrid mit wenig konzentrierter Schwefelsäure ein Azetylprodukt erhielt mit $[\alpha]_D + 191{,}5°$, nach Verseifung noch jodbläuend, während Zusatz größerer Mengen von Schwefelsäure zum Anhydrid zu ausgesprochenen azetolytischen Erscheinungen, d. h. zur Bildung azetylierter Stärke-Abbauprodukte führte Pringsheim und Laßmann (350) gelangten von löslicher Stärke durch Essigsäureanhydrid in Gegenwart von Pyridin zu einem Azetat, dessen Verseifungsprodukt noch durch Diastase spaltbar war. Außerdem haben unter Anwendung verschiedener Kontaktsubstanzen Gutsche (351) und Mathies (352) hochmolekulare Azetylprodukte der Stärke gewonnen. Messungen der Geschwindigkeit der durch H_2SO_4, HBr, HJ katalysierten Azetylierung der Stärke liegen vor von Boeseken, v. Berg und Kerkstjens (353). Mit Schwefelkohlenstoff benetzte Stärke liefert mit Natronlauge das Natriumsalz der Stärke-Esterxanthogensäure, $C_6H_9O_4 \cdot CS \cdot SNa$, das durch Jod in Stärkexanthogenat $(C_6H_9O_4 \cdot CS)_2S_2$ übergeführt wird (354). Das erwähnte Natriumsalz stellt sich der in analoger Weise aus Zellulose erhältlichen »Viskose« an die Seite (355). Bezüglich eingehenderer Beschreibung

der Stärkeester muß auf die zitierte Literatur verwiesen werden.

m) Verhalten gegen Alkylierungsmittel. Durch Einwirkung von Silberoxyd und Jodmethyl oder Natronlauge, auch Bariumhydroxyd, und Methyljodid auf Stärke (356) ist man zu Methylierungsprodukten der Stärke gelangt. Hierbei konnten leicht nur zwei Methylgruppen für je 6 C eingeführt werden — Dimethylostärke — und erst Irvine und Mac Donald (357) gelangten zu einem Stärkeabkömmling, welcher für je 18 C 7 Methylgruppen aufwies. Karrer fand die Dimethylostärken aus Kartoffel-, Reis- und Maisstärke löslich in Wasser, auch in Chloroform und anderen organischen Lösungsmitteln, ultrafiltrierbar, ihre filtrierten Lösungen optisch leer, die Molekulargröße 900—1200, $[\alpha]_D$ ungefähr + 206. Das eingehende Studium der methylierten Stärken sowie ihrer methylierten Spaltungsprodukte hat wertvolle Aufschlüsse über die Konstitution der Stärkebestandteile gebracht. Hierbei hat sich das Verfahren der Bestimmung des Methoxylgehaltes von Zeisel als unentbehrlich erwiesen.

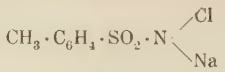
n) Verhalten gegen Formaldehyd. A. Claassen (358) erhielt durch Einwirkung von Formaldehyd auf Stärke eine amorphe Verbindung, die je ein Verbindungsgewicht beider Komponenten enthält (Amyloform), den Formaldehyd noch bei 180° festhält, sich in Wasser nicht löst, keinen Stärkekleister liefert, nicht mehr die mikroskopische Struktur der Stärke besitzt, mit verdünnten Säuren und Alkalien Formaldehyd abspaltet und mit Jod ohne Abspaltung des Aldehyds eine blaue Verbindung bildet (Amylojodoform). Die Existenz einer derartigen Verbindung von Stärke mit Formaldehyd wurde von Schleich (359) bestritten. Vom Amyloform verschieden ist eine Formaldehydstärke, welche V. Syniewski (360) durch zweimonatige Einwirkung der zehnfachen Menge 40%igen Formaldehyds auf Stärke bei gewöhnlicher Temperatur zunächst in Form einer opalisierenden Lösung gewann. Diese trocknet zu einer kristallinischen (?) Masse ein, wird durch Jod nicht gebläut, durch verdünnte Säuren bei gewöhnlicher Temperatur zu Formaldehyd und der durch Alkohol fällbaren jodbläuenden, Fehlingsche Lösung nicht reduzierenden Verbindung $(C_{54}H_{90}O_{45})_4 \cdot 6\,H_2O$ (?) gespalten. G. Wocker (361), Wocker und Maggi (362) und Maggi (363) haben die Formaldehyd-Stärkereaktion als eine Abbauerscheinung gedeutet, bei welcher der Formaldehyd eine ähnliche Rolle spiele, wie sonst die amylolytischen Enzyme. Dem wurde mehrfach entgegengetreten (364). Schließlich hat M. Samec (365) überzeugend dargetan, daß es sich da um ein labiles Additionsprodukt von Stärke mit Formaldehyd handelt, und es wahrscheinlich gemacht, daß durch Anlagerung von H—CHO unzweifelhaft in der Stärkesubstanz vorhandene Laktonringe geöffnet und hierdurch im Gegensatze zu den hydratisierten Stärkeformen des gewöhnlichen Kleisters an der gelösten Formaldehyd-Stärke die Retrogradation verhindert wird. Dieser Vorgang wäre vergleichbar dem durch Anlagerung etwa von KOH an die Laktonstellen der Stärkemolate erzielbaren.

o) Verhalten gegen andere Agentien. Nach Nelson (366) wird Stärkekleister durch Platinschwarz bei 40° verzuckert, nach W. Löb (367) durch stille elektrische Entladungen nach wenigen Stunden vollständig hydrolysiert. Von L. Massol (368) wurde Verzuckerung durch ultraviolette Strahlung konstatiert, wobei neben Dextrinen, Disacchariden und Hexosen auch Pentosen, Formaldehyd (!) und Säuren entstehen. Endlich haben Collwell und Russ (369) Spaltung von verkleisterter Stärke, jedoch nur bis zum Erythrodextrin durch Röntgenstrahlen mittleren Durchdringungsvermögens festgestellt.

4. Lösliche Stärke.

Auf sehr verschiedenen Wegen kann die gewöhnliche unlösliche Stärke in »lösliche Stärke« d. h. in Produkte übergeführt werden, die entweder schon von kaltem Wasser gelöst werden oder sich in warmem Wasser zu auch in der Kälte vorerst klar bleibenden Flüssigkeiten lösen. Solche Lösungen zeigen jedoch oft bei längerem Stehen in der Kälte die Erscheinung der Maquenneschen »Rückbildung«. Die Entstehung der löslichen Stärke ist wohl, soweit Wasser daran

beteiligt ist, wenigstens teilweise als Hydrolyse, sonst als Depolymerisation oder Desaggregation aufzufassen. Schon der gewöhnliche 5%ige Stärkekleister enthält neben Pseudolösung, je nach der bei seiner Herstellung eingehaltenen Temperatur und Erhitzungsdauer, mehr oder weniger wahre, ein Kollodiumfilter passierende Lösung von Abbauprodukten (370). Diese läßt sich durch fraktionierte Kollodiumfiltration nicht als inhomogen erweisen, ist optisch leer, ohne Brownsche Molekularbewegung und zeigt bei Konzentration im Vakuum alle Stadien der Koagulation und Rückbildung. Die in den Fouardschen Lösungen vorhandene Substanz repräsentiert ein niedriges Glied in der Reihe der Maquenneschen Amylosen. Fouard schätzt ihr Molekulargewicht auf mindestens 15 000 (371). Nach G. Malfitano und A. Moschkow (372) wird, merkwürdigerweise, Stärke löslich, wenn man sie genügend — selbst bei gewöhnlicher Temperatur — trocknet. J. Kantorowicz (373) erhält in kaltem Wasser lösliche Stärke durch Verkleistern von Stärkebrei auf heißen Platten, Trocknen und Mahlen. Nach A. Fernbach (374) entsteht eine in kaltem Wasser lösliche Stärke durch Einfließenlassen eines 1—2%igen Stärkekleisters in Azeton unter kräftigem Rühren. Das Produkt reduziert Fehlingsche Lösung nicht. Wird Stärke 15—30 Minuten mit kalter Salzsäure von 0,1% behandelt, mit destilliertem Wasser gewaschen, bei 30° getrocknet, so verwandelt sie sich in $1^1/_2$ Stunden bei 100—110°, in 6—8 Tagen bei 46° und auch, allerdings sehr langsam, bei gewöhnlicher Temperatur in ein Produkt, das, unlöslich in kaltem Wasser, sich in der Wärme leicht löst. Bei dieser Umwandlung bleibt die mikroskopische Struktur der Stärke erhalten, und es treten keine oder fast keine reduzierenden Stoffe auf (375). Hierbei scheint die Umwandlung eines in der Stärke vorhandenen sekundären Phosphats in ein primäres oder die Überführung eines ursprünglich vorhandenen Salzes einer Polyose-Esterphosphorsäure in die zugehörige freie Säure, in letzter Linie die Schaffung der Möglichkeit des Auftretens von Wasserstoffionen eine Rolle zu spielen. Häufig wird lösliche Stärke nach dem Verfahren von Lintner (376), modifiziert von Samec und Jencic (377), dargestellt: 23 g lufttrockene Stärke = 20 g Trockenstärke mit 1 Liter n. Salzsäure unter häufigem Rühren aseptisch eine Woche stehen gelassen, sodann gründlich gewaschen. Die Lintner-Stärke gleicht äußerlich der nativen, löst sich glatt in kochendem Wasser, enthält vom ursprünglichen Phosphorgehalt noch den größten Teil (0,111%) gebunden, 20% ultrafiltrierbare Substanz und eine Molatgröße von 45 000—50 000 gegenüber 117 000 der Ausgangsstärke. Weitere Bildungsweisen von löslicher Stärke sind: Einwirkung geringer Mengen von Kieselfluorwasserstoffsäure (378), von Essigsäure in Gegenwart irgendeiner Mineralsäure bei gewöhnlicher Temperatur (379), aus Jodstärke durch Abtreiben des Jods mittelst Wasserdampfes (380), durch Verseifung von mittels Azetanhydrids und wenig konzentrierter Schwefelsäure in der Kälte erhaltener Azetylstärke (381), aus dem Stärkenitrat durch Schwefelammonium (382), durch Erhitzen von Stärke mit Formaldehyd auf 100—115° (383), aus der Syniewskischen Formaldehydstärke (384). Lösliche Stärke entsteht endlich durch Einwirkung verschiedener Oxydantien auf Stärke, wohl unter gleichzeitiger Bildung von Oxydationsprodukten, so aus der »Ozonstärke« des Handels durch Lösen in Wasser und Fällen mit Alkohol (385), durch Behandlung von Stärke mit Ammoniumpersulfat in der Kälte und Auswaschen (386) (in der Hitze löslich), durch Einwirkung von Chlor auf Stärke im Dunkeln und folgende Erhitzung auf 100° (387), durch Behandlung der Stärke mit einer größeren Menge von Kaliumpermanganat als zur Oxydation der Extraktivstoffe nötig bei 50° (388), durch Einwirkung von Chlor und nachfolgende Neutralisation mit Ammoniak oder Natriumkarbonat (389), durch Kochen eines trocken hergestellten Gemenges von Stärke und Natriumperborat oder durch mehrstündiges Erwärmen von Stärke mit Perboratlösung bis 40° (390). Hierher gehören auch die Veränderungen durch zugesetzte Lösungen des Natriumsalzes des p-Toluolsulfonchloramids (Aktivin, Chloramin):



(vgl. „Aktivin in der Textilindustrie, Chem. Fabr. Pyrgos, Radebeul-Dresden). Diese Wirkung hängt mit den mild oxydierenden Eigenschaften des Aktivins zusammen. Über Gewinnung von löslicher Stärke nach Zulkowsky siehe oben unter »Verhalten gegen Glyzerin«. Über Azetylierung der Zulkowsky-schen löslichen Stärke mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure sowie Essigsäureanhydrid und Chlorwasserstoffgas liegen Mitteilungen von F. Pregl (391) und von Zd. H. Skraup mit F. Menter und H. Sirk (392) vor. Letztere glauben für die lösliche Stärke (nach Zulkowsky) ein Molekulargewicht von etwa 7500 annehmen zu sollen, entsprechend dem 46- bis 50 fachen von $C_6H_{10}O_5$.

Aus der Verschiedenheit der von ihnen eingehend studierten physiko-chemischen Merkmale der nach unterschiedlichen Methoden dargestellten »löslichen« Stärken folgern M. Samec und S. Jencic (393), daß diese Benennung nicht nur kein bestimmtes Abbauprodukt der Stärke kennzeichnet, sondern überhaupt wissenschaftlichen Ansprüchen nicht genügt. Der Kennzeichnung der löslichen Stärken kommt immerhin ein gewisser Wert in technischer Beziehung zu.

Über den Abbau durch Enzyme siehe 5, b. Dieser wird auch in großem Maßstab zur Herstellung löslicher Stärkeappreturen benutzt.

5. Hydrolytischer und depolymerisierender oder desaggregierender Abbau der Stärke.

Dem Vorangegangenen ist zu entnehmen, daß durch Anwendung sehr verschiedenartiger Mittel, abgesehen von der Dephosphorylierung des Amylopektins, die hochkomplexen Polyosen des Stärkekorns in Kohlenhydrate kleinerer Molat- oder Molekulargröße übergeführt werden können. Wenn — etwaiges Kristallwasser nicht mitgerechnet — diese Umwandlungsprodukte sich in ihrer Zusammensetzung von der Muttersubstanz um die Elemente des Wassers unterscheiden, wie z. B. Glukose $C_6H_{12}O_6$, oder auch Maltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ von der Amylose $C_6H_{10}O_5$ oder $C_{12}H_{20}O_{10}$, dann hat man es mit einer hydrolytischen Spaltung zu tun. Ist jedoch aus der ursprünglichen Polyose durch Zerfall eine Substanz gleicher empirischer Zusammensetzung, jedoch kleineren Molat- oder Molekulargewichtes hervorgegangen, dann liegt — im weitesten Sinne — Depolymerisation vor, was nicht auszuschließen braucht, daß das vermeintliche Depolymerisat in einzelnen Fällen seine Entstehung einer Wasseraufnahme, somit Hydrolyse, mit nachfolgender andersartiger Wasserabspaltung verdanken kann. Letzteres wird mit einer Änderung der Sauerstoffbindung einhergehen.

Wir fügen nun den bereits besprochenen stärkeabbauenden Agentien (Strahlung, trockenes Erhitzen, erwärmtes Wasser, Alkalihydroxyde usw.) zwei wichtige Gruppen von Abbaumitteln hinzu: Säuren und nur in Lebewesen entstehende Katalysatoren mit spezifischer stärkespaltender Wirkung, amylolytische Fermente oder amylolytische Enzyme, auch Amylasen genannt.

a) Abbau durch Säuren. Mit genügend konzentrierten Säuren durch längere Zeit erhitzt, wird Stärke schließlich vollständig in Dextrose umgewandelt, entsprechend der Gleichung:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + n\,H_2O = n\,C_6H_{12}O_6.$$

Dies bewirkt beispielsweise eine Salzsäure von 2,3% Gehalt bei Anwendung von 220 ccm derselben und 2—3 g Stärke im Verlaufe von 3 Stunden bei der Temperatur des kochenden Wasserbades. Schwefelsäure, schwefelige Säure, sowie Oxalsäure und andere organische Säuren wirken entsprechend schwächer als Salzsäure. Mäßigt man die Säurewirkung, indem man entweder schwächere Säuren wählt oder bei stärkeren Säuren entsprechend niedrigere Konzentrationen verwendet oder die Säuren zwar konzentrierter, jedoch in der Kälte, dann aber durch längere Zeit (Wochen und Monate) einwirken läßt, so läßt sich neben der Bildung der Dextrose auch die von Kohlenhydraten konstatierten, die der Stärke näher stehen als das Endprodukt. Es sind dies die verschiedenen Dextrine $(C_6H_{10}O_5)_n$ und die Disaccharide Maltose (394) (und Isomaltose?) $C_{12}H_{22}O_{11}$. Die Meinungen über den Verlauf des Vor-

ganges und über die Individualität der bei einzelnen Untersuchungen isolierten Zwischenprodukte sind noch keineswegs geklärt. Auch die Nomenklatur dieses Gebietes läßt ebenso wie die des Abbaues der Stärke durch Enzyme vieles zu wünschen übrig.

Das der Stärke zunächst stehende faßbare Umwandlungsprodukt bei Einwirkung von Säuren ist das Amylodextrin, dessen Darstellung und Eigenschaften nebst Angabe der einschlägigen Literatur in dem zitierten Werke von Arth. Meyer zu finden sind. Hier sei davon nur das wichtigste mitgeteilt.

Arth. Meyers Amylodextrin ($(C_6H_{10}O_5)_n + x\,H_2O$) ist eine kristallinische Substanz, deren gesättigte wässrige Lösung bei 0° 0,13%, bei 80° 9,33% gelöster Substanz enthält, und deren Löslichkeit von da ab rapid steigt, so daß bei 90° hergestellte Lösungen bereits dick und nicht filtrierbar sind. Die wässrigen Lösungen sind absolut klar und farblos, bleiben gern übersättigt und scheiden beim Abkühlen die Substanz in Sphäriten aus. In siedendem Alkohol von 50% ist Amylodextrin noch reichlich löslich, und aus heißen wässrig-alkoholischen Lösungen scheidet es sich — falls es rein ist — in relativ großen und schmalen tafelförmigen Kristallen aus oder auch in Kristallkrusten. $[\alpha]_D = +\,193{,}4°$. 100 Teile Amylodextrin scheiden aus Fehlingscher Lösung so viel Kupferoxydul aus wie 6,6 g Dextrose ($R_d = 6{,}6$). Das Molekulargewicht des Körpers ist unzweifelhaft sehr hoch, aber eben deshalb derzeit nach den indirekten osmotischen Methoden nicht sicher bestimmbar (395). Wässrige Amylodextrinlösung färbt sich auf Zusatz von Jod intensiv rotbraun (396). Arth. Meyer sieht alle unter den Bezeichnungen: Amylodextrin, lösliche Stärke, unlösliches Dextrin usw. von einer großen Zahl anderer Autoren als erstes Inversionsprodukt der Stärke beschriebenen Substanzen, deren wässrige Lösungen eine blaue, violette oder selbst weinrote Jodreaktion aufweisen, als Gemenge von Amylose und Amylodextrin an, so die lösliche Stärke von Zulkowsky (397) und Salomon (398), das Amylodextrin von Lintner und Düll (399). Hingegen dürften als Erythrodextrine beschriebene Inversionsprodukte entweder als nahezu reines Amylodextrin anzusehen sein, so vielleicht Lintner und Düls mittels Oxalsäure erhaltenes Erythrodextrin II α mit $[\alpha]_D = +\,194°$ oder als Gemenge von wenig Amylose mit viel Amylodextrin oder endlich als Amylodextrin, welches mit solchem Dextrin vermengt ist, das mit Jod keine Färbung liefert (Meyers »Dextrin«, sonst auch als Achroodextrin bezeichnet).

Die nachfolgenden Inversionsprodukte der Stärke bilden sich auch bei schonender Hydrolyse mittels Säuren neben Amylodextrin und haben sich weiterhin aus diesem bei fortgesetzter Einwirkung der Säuren in der Hitze zu einer Zeit gebildet, wo die blaue Jodreaktion verschwunden und die rote nicht oder nur noch schwach zu beobachten ist, ohne daß die Stärke bereits vollkommen zu Dextrose invertiert ist.

Arth. Meyers Dextrin

$(C_6H_{10}O_5)_n \cdot x\,H_2O$.

(Auch hier wie beim Amylodextrin sind n und x unbekannte Zahlen, n gegen x relativ groß, jedoch kleiner als beim Amylodextrin.) Während nach Musculus und Gruber (400) 3, nach O'Sullivan 4, nach Brown und Heron (401) sogar 7 Jod nicht färbende Dextrine existieren sollen und nach Lintner und Düll neben und nach Amylodextrin und 2 Erythrodextrinen durch Einwirkung von Oxalsäure auf Stärke 2 Achroodextrine und weiterhin Isomaltose (?) und Dextrose, jedoch keine Maltose entstehen soll, kennt Arth. Meyer nur ein Jod nicht färbendes Dextrin, welches aus Stärke durch Oxalsäure hervorgeht und identisch zu sein scheint mit jenem Achroodextrin von $[\alpha]_D = +\,192°$, welches Lintner und Düll durch diastatische Hydrolyse der Stärke gewonnen und dem sie die Formel $(C_{12}H_{20}O_{10})_6 \cdot H_2O$ und das Molekulargewicht 1962 zugeschrieben haben. Meyers Dextrin zeigte $[\alpha]_D = 192$, $R_d = 10$ und ein kryoskopisches Verhalten, welches auf ein etwas größeres Molekulargewicht als 1223 ± 25 hinweist. Alle anderen »Achroodextrine« der übrigen Autoren sind nach Meyer Gemenge von Dextrin teils mit Maltose, teils mit Iso-

maltose (?) gewesen, und das Fehlingsche Lösung nicht reduzierende Dextrin von Brown und Morris war überdies durch die behufs Reinigung vorgenommene Behandlung mit Quecksilberzyanid und Natronlauge chemisch verändert (oxydiert).

Das trockene Dextrin im Sinne Meyers ist farblos, dem arabischen Gummi ähnlich, in Wasser leicht löslich. In Alkohol löst es sich leichter als Amylodextrin, schwerer als Maltose und Isomaltose (?). Aus den wässrigen Lösungen wird es als ein unter Umständen erstarrender Sirup gefällt. Seine Trennung von den begleitenden sonstigen Inversionsprodukten der Stärke durch oft wiederholtes fraktioniertes Ausfällen aus Wasser durch Alkohol ist sehr schwierig, vielleicht auch fraglich. Es reduziert — wenn auch schwach — Fehlings, nicht aber Barfoeds Lösung. Dextrin bildet nach Scheibler und Mittelmeier (402) mit freiem Phenylhydrazin, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$, ein weißes amorphes, in Wasser leicht lösliches, durch Alkohol fällbares Phenylhydrazon mit 1,02% N, entsprechend der Formel

$$C_{84}H_{142}O_{70} \cdot HN_2C_6H_5 \ (?),$$

und mit essigsaurem Phenylhydrazin in der Wärme ein hellgelbes Phenylosazon mit 1,63% N. Durch Salzsäure wird es leicht und vollkommen in Dextrose umgewandelt, von Malzauszug etwa 30 mal langsamer zu Maltose invertiert als Amylodextrin. Dextrin wird nicht durch den *Saccharomyces cerevisiae* der Oberhefe, wohl aber langsam durch Preßhefe vergoren (403).

Weiterhin wollen Lintner und Düll unter den Produkten der Einwirkung von Oxalsäure auf Stärke auch Isomaltose (?) gefunden haben, während nach denselben Autoren und nach Flourens (404) Säuren keine Maltose bilden. Demgegenüber bestreitet F. Grüters (405) das Auftreten der Isomaltose bei der Hydrolyse der Stärke mittels Oxalsäure.

Neuere einschlägige Arbeiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, liegen vor von A. Doroschewski und A. Rakowski (406) auch A. Doroschewski, A. Rakowski und A. Bardt (407) über die Einwirkung von Salpetersäure verschiedener Konzentration auf Kartoffel-, Weizen-, Reisstärke und Arrowroot verschiedener Herkunft, von Chester B. Duryea (408) über das Auftreten von Maltose und den allmählichen Abbau bei der Säurehydrolyse von Stärkekörnern, quantitative Beobachtungen von W. Oechsner de Coninck (409) sowie Oechsner de Coninck und A. Raynaud (410) über Stärkehydrolyse durch die Halogenwasserstoffsäuren, Ameisen-, Essig-, Oxal-, Malon-, Milch-, Wein- und Salpetersäure, H. van Laer (410) über die Geschwindigkeit der Verzuckerung von Stärke durch Säuren.

b) Abbau durch Enzyme. Stärke wird durch Enzyme des Speichels, des Darmsaftes, des Pankreassekrets, des Malzes, durch solche, welche in Pflanzen konstant vorkommen, und durch Pepsin verändert, indem Dextrine und Zuckerarten entstehen. Genauer studiert, wenn auch nicht in jeder Richtung vollkommen durchforscht, ist die Einwirkung der im Malz enthaltenen Enzyme, welche gewöhnlich als Diastase zusammengefaßt werden. Der diastatische Abbau der Stärke hat als Zwischenglied bei der Umwandlung von Stärke in Alkohol (Spiritusbrennerei, Bierbrauerei) große technische Bedeutung (Maischprozeß). Die Produkte dieser Art von Stärkespaltung sind zum Teil dieselben wie die durch Säure gebildeten: Amylodextrin, Dextrin. Hingegen ist das Endprodukt ein anderes: hier Dextrose, dort — ausschließlich allerdings nur bei durchgreifender Verzuckerung, wie sie in der Technik nie geübt wird — Maltose.

Das Endprodukt der Einwirkung tierischer amylolytischer Enzyme auf Stärke ist wie bei der Säurehydrolyse Dextrose. Sie werden als Amyloglukasen bezeichnet. Solche kommen auch in der Pflanze vor, so im Mais und in unreifen Getreidekörnern. Solchen Enzymen fällt die entscheidende Rolle bei der Verdauung der Stärke der tierischen Nahrung zu. Die in der lebenden Pflanze auftretenden Amylasen besorgen die notwendige Umbildung der verschiedenen Stärkeformen zu löslichen Kohlenhydraten behufs Transportes und weiterer Metamorphose derselben.

α) Der Abbau der Stärke durch Diastase verläuft bei gewöhn-

licher Temperatur und, falls die Körner intakt sind, äußerst träge, rascher, wenn die Stärke verkleistert ist, namentlich bei Temperaturen von 50—70°, und zwar um so rascher, je höher innerhalb dieser Grenzen die Temperatur ist. Die verschiedenen Stärkesorten zeigen bezüglich des bei bestimmten Temperaturen sich einstellenden Grades der Verzuckerung weitgehende Unterschiede. Bei 70° und bei Gegenwart genügender Diastasenmengen wird Stärkekleister fast sofort verflüssigt. Die blaue Jodreaktion ist bereits nach 2,5 Minuten, wohl auch früher, in die violette übergegangen. Die Lösung enthält in diesem Stadium neben noch unveränderter Amylose hauptsächlich Amylodextrin, daneben aber auch bereits, jedoch wenig, Dextrin und Maltose (und Isomaltose?). Bei weiterer Dauer der Einwirkung verschwindet die Amylose und mit ihr die violette Jodreaktion, und an Stelle der letzteren tritt die rotbraune, dem Amylodextrin (Meyers) eigentümliche. Gleichzeitig schreitet die Bildung von Dextrin und Zucker vor, bis endlich auch das Verschwinden des Amylodextrins durch das Ausbleiben jeder Jodfärbung angezeigt wird. Von da ab verringert sich die Menge von Dextrin zugunsten des Zuckers mit abnehmender Geschwindigkeit.

Das sich als praktisch konstant einstellende Verhältnis zwischen Dextrin und Zucker ist von der Temperatur abhängig, bei welcher der Maischprozeß durchgeführt wird. Je niedriger die Temperatur innerhalb der oben angegebenen Grenzen, um so größer ist die Menge der Maltose gegenüber der des Dextrins und umgekehrt. Ein weiteres Eingehen auf den quantitativen Verlauf der diastatischen Hydrolyse der Stärke verbietet der Zweck dieses Werkes.

Noch weniger als bezüglich der Hydrolyse durch Säuren herrschte vor einigen Jahren eine befriedigende Übereinstimmung bezüglich der Einwirkung der Diastase auf Stärke. Nicht nur die chemische Individualität und die Zusammensetzung der zwischen der Stärke und dem beständigsten Dextrin (Grenzdextrin) stehenden Abbauprodukte, sondern auch die der Zuckerarten, welche angeblich neben und vor der Maltose auftreten, war strittig und in einzelnen Fällen mehr als fraglich. Dies gilt von den Amyloinen

[Amylodextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_6 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$, Maltodextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_2 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$

und ähnlichen Verbindungen] von Brown und Morris (411), dem beständigen Dextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}$ dieser Forscher, dem Maltodextrin von Herzfeld (412), dem Amylodextrin von Lintner und Düll (l. c.) $(C_{12}H_{20}O_{18})_{54}$, ihrem Erythrodextrin

$(C_{12}H_{20}O_{10})_{18} \cdot H_2O = (C_{12}H_{20}O_{10})_{17} \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$,

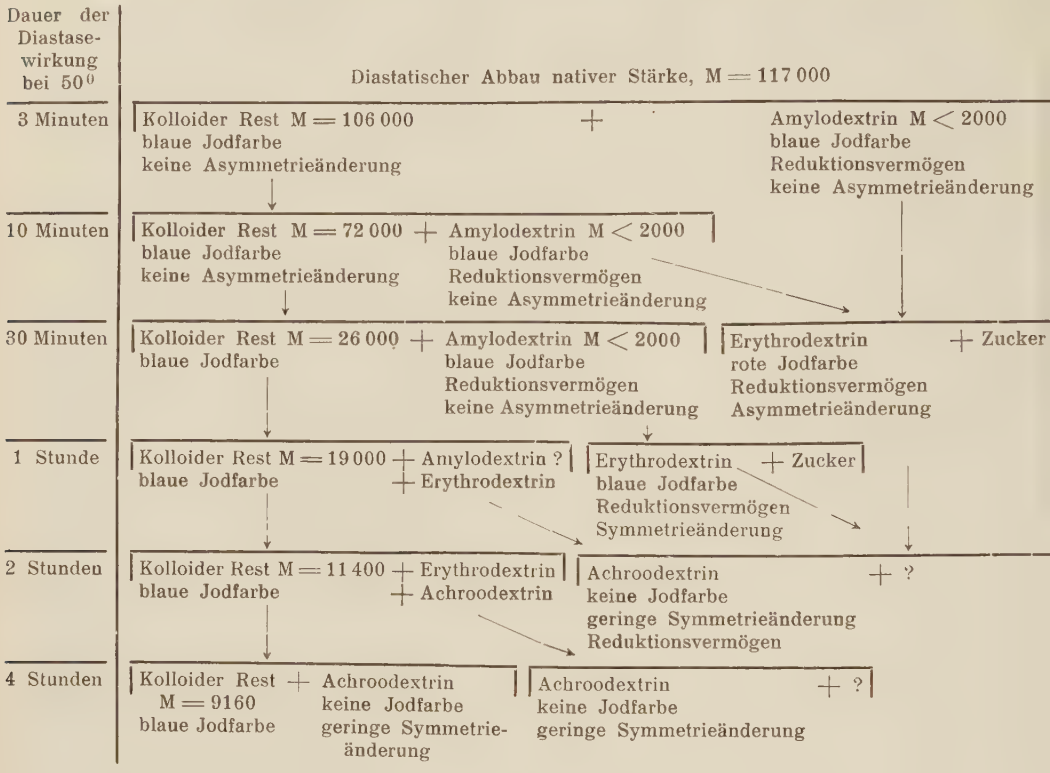
dem Achroodextrin

$(C_{12}H_{20}O_{10})_6 \cdot H_2O = (C_{12}H_{20}O_{10})_5 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$,

dem Achroodextrin II derselben Autoren von der Formel $(C_{12}H_{20}O_{10})_3 \cdot H_2O$, der Isomaltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ von Lintner (413), der α- und β-Isomaltose von Bau (414), der Metamaltose von Mittelmeier (415), den Dextrinen und der Dextrinose Syniewskis (l. c.) usw. (416).

Wenn auch der Wert der auf dem Gebiete der Erforschung des Stärkeabbaus geleisteten Arbeit namentlich in technischer und in physiologischer Hinsicht unbestritten bleibt, so erwies sie sich für eine tiefergehende Erkenntnis der Natur der Stärke als unzulänglich, solange nicht die Feststellung der stofflichen Heterogenität des Stärkekorns zur entsprechenden Auswirkung gelangte und die neuzeitlichen kolloidchemischen Methoden zur Anwendung kamen. Durch Heranziehung letzterer vermochte M. Samec nachzuweisen, daß das »Verflüssigungsstadium« bei der Einwirkung von wirksamem Malzauszug auf Stärkekleister bei 50° durch die weitgehende Abspaltung des Phosphorsäurerestes des Amylopektins herbeigeführt wird. Er vermochte auch die als Zwischenprodukte des Stärkeabbaus auftretenden Dextrine durch Feststellung ihrer Molatgröße, im Zusammenhang mit ihrem Verhalten gegen Jod, Fehlingsche Lösung, Alkohol und polarisiertes Licht (Asymmetrie) genauer zu charakterisieren, als dies bis dahin geschehen war. Hieraus ergab sich als weiterer Fortschritt die Erkenntnis, daß die blaue Jodfarbe nicht, wie man vorher allgemein geglaubt hat, bloß den ersten Abbauprodukten zukomme und ausschließlich von deren kolloidchemischen Eigenschaften bedingt sei, sondern sich auch bei Dextrinen mit

einer Molatgröße von weniger als 2000, also sehr weit abstehend von der ursprünglichen Stärke findet. S a m e c (Kolloidchem. Beih. **10** (1919) 289) hat seine hierher gehörigen Versuchsergebnisse in nachstehender Tabelle zusammengestellt.



Auf Grund seiner Beobachtungen entwirft S a m e c ein Bild der Diastasewirkung: Die Stärke zerfällt in mindestens zwei ungleich große Bruchstücke, von denen das eine der Stärke sehr nahe steht, das andere (dialysable) noch derart aufgebaut ist, daß es eine rein blaue Jodfarbe zeigt. In der Konstitution der Stärke und dieser Dextrine besteht anscheinend kein sehr großer Unterschied, da sie in der Asymmetrie (optischen Drehung) nicht wesentlich abweichen. Das dialysierbare Produkt zeigt bereits deutliches Reduktionsvermögen. In der Folge werden vom nicht dialysablen Stärkerest immer wieder hochmolekulare, jodbläuende, durch Kollodium diffundierende Bruchstücke abgespalten, welche nach Absinken der Molatgröße des kolloiden Restes unter 20 000 nunmehr eine rote, und bei weiterem Abbau gar keine Färbung mit Jod zeigen. Die anfangs auftretenden diffusiblen Dextrine zerfallen weiterhin zu Erythrodextrinen und Zucker, und erstere gehen schließlich in Achroodextrine über. Dieser Befund ergänzt weitgehend die von J. M o r e a u (417) aufgestellte Theorie des diastatischen Stärkeabbaues, derzufolge die Stärke zunächst in Amylodextrin und Zucker, dann ersteres in Erythrodextrin und Zucker und schließlich dieses in Achroodextrin und Zucker zerfällt. Nach ihrem Verhalten gegen Jod teilt S a m e c die Bausteine der Stärke in drei Reihen: die Amylo-, Erythro- und Achroo-Reihe ein.

	Blaue Jodreaktion	Rote Jodreaktion	Keine Jodreaktion
Nichtreduzierend	Amylo-Amylosen	Erythro-Amylosen	Achroo-Amylosen
Reduzierend	Amylo-Dextrine	Erythro-Dextrine	Achroo-Dextrine
Sauer	Amylo-Dextrinsäuren	Erythro-Dextrinsäuren	Achroo-Dextrinsäuren

Jede dieser Gruppen hätte Individuen verschiedener Molekulargröße zu umfassen

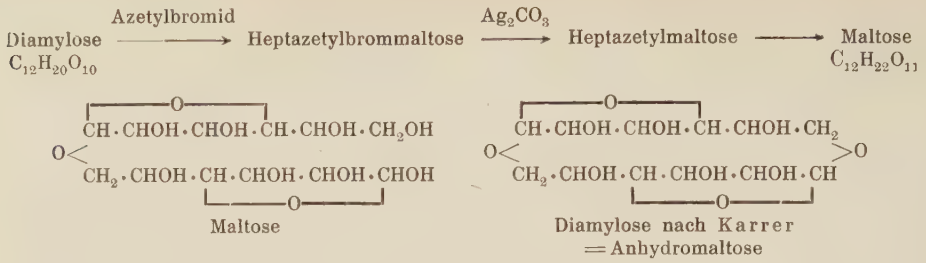
und würde überdies mit Elektrolyten (Phosphorsäure) gepaart Vertreter jener Kohlenhydrat-Elektrolytverbindungen geben, deren Existenz von Samec (418) bereits früher wahrscheinlich gemacht wurde. Der Übergang aus der Reihe der Amylosen in die der Dextrine würde durch Öffnen von Aldehydgruppen erfolgen. Oxydative Hydrolyse würde zu Dextrinsäuren führen. Die Änderung der Jodreaktion wäre neben der Verschiedenheit des Dispersitätsgrades auf eine Aufspaltung von Sauerstoffringen zurückzuführen.

Bei Verwendung von Malzauszug und Kleister aus natürlicher Stärke zeigt sich in der Regel eine Hemmung im Abbau nach Erreichung von 80 % der theoretisch möglichen Maltosemenge, wobei ein resistentes Achroodextrin — Grenzdextrin — auftritt. Sicher zeigt sich diese Erscheinung, wenn man Malzauszüge gebraucht, die von dialysablen Anteilen befreit wurden. Bei nicht dialysierten Auszügen bleibt je nach der Malzsorte die Hemmung mitunter aus. Stellt sie sich ein, so wird sie unfehlbar behoben, wenn man ein in der Hefe vorkommendes ergänzendes Enzym, von H. Pringsheim als »Komplement« bezeichnet, zu Hilfe nimmt (419). Ein gleichwirkendes Komplement ist in mitunter ausreichender Weise im nicht dialysierten Malzauszuge vorhanden. Das erwähnte Grenzdextrin, von Pringsheim (420) als Trihexosan bezeichnet, $C_{18}H_{30}O_{15}$, hat keine reduzierende Wirkung und müßte daher gemäß der Einteilung von Samec zu den Achroo-Amylosen gezählt werden. Die Amylose Maquennes wird auch ohne Komplement leicht und restlos in Maltose übergeführt, das Amylopektin ergibt unter diesen Umständen 65% der theoretischen Ausbeute an Maltose bei Erreichung des Grenzabbaus.

Aus dem über den diastatischen Stärkeabbau Vorgebrachten ergibt sich, daß man mit der bis vor kurzem geltenden Zwei-Enzymtheorie der Diastase (421), die nur die verflüssigende und die verzuckernde Wirkung der Malzfermente berücksichtigt, bei weitem nicht mehr auskommt (422). Es muß wohl noch mindestens ein depolymerisierendes Enzym angenommen werden und das oben erwähnte Komplement. Letzteres läßt sich durch Dialyse von den anderen trennen. Das verzuckernde Ferment ist das gegen höhere Temperatur und gegen Enzymgifte empfindlichere, und so läßt sich der ihm zukommende Effekt ausschalten.

β) Depolymerisierender Abbau durch *Bacillus macerans*. An den diastatischen Abbau der Stärke schließt sich die von F. Schardinger (423) 1903 entdeckte Vergärung des Stärkekleisters durch *Bac. macerans*, durch welche zwei kristallisierte Produkte mit der gemeinsamen empirischen Formel $C_6H_{10}O_5$ erzeugt wurden, von ihrem Entdecker als »kristallisierende Dextrine« *α* und *β* bezeichnet. Aus der nachfolgenden Bearbeitung dieses Gebietes durch H. Pringsheim und dessen Mitarbeiter (424) sowie andere ging eine weitere Zahl von hierher gehörigen Substanzen hervor, welche von Pringsheim als „Polyamylosen" zusammengefaßt und in die *α*- und *β*-Reihe eingeordnet wurden. Es sind dies, zur *α*-Reihe gehörig: Diamylose $(C_5H_{10}O_5)_2$, *α*-Tetramylose $[(C_5H_{10}O_5)_2]^2$, *α*-Hexamylose $[(C_5H_{10}O_5)_2]^3$, zur *β*-Reihe gehörig: Triamylose $(C_5H_{10}O_5)_3$, *β*-Hexamylose $[(C_5H_{10}O_5)_3]^2$. Das spezifische optische Drehungsvermögen wird in gleicher Reihenfolge mit $+ 136 \cdot 6°$, $+ 138 \cdot 6°$, $+ 139°$, $+ 151 \cdot 8°$, $+ 157 \cdot 9°$ angegeben. Sie bilden intensiv gefärbte Jodverbindungen, die der Jodstärke analog sind, und entsprechende Bromprodukte. Sie stehen nicht nur vermöge ihrer molekularen Zusammensetzung im Verhältnisse von Polymeren, sondern erweisen sich zum Teil als gegenseitig ineinander überführbar. So verwandelt sich Diamylose in Berührung mit Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur in *α*-Hexamylose und *α*-Tetramylose, bei 200°, in Glyzerin, zu einem geringen Anteile in *α*-Hexamylose. Es kommt aber auch — was weniger leicht verständlich ist — Umschlagen aus der *α*- in die *β*-Reihe vor.

Karrer und Nägeli (425, 429) vermochten Diamylose in Maltose überzuführen (s. S. 1952) und sehen demzufolge im Zusammenhang mit anderen Feststellungen die Stärke für ein x-faches Polymeres der Anhydromaltose an. Die zu



diesem Schluß führende experimentelle Beweisführung wurde jedoch von Pringsheim (426) für unzureichend gehalten. Heute scheint es, daß die Diamylose und die übrigen Glieder der α-Polyamylosen im Zusammenhang stehen mit der Maquenneschen Amylose, daß hingegen die Triamylose und die β-Hexamylose genetisch mit dem Amylopektin verknüpft sind (siehe weiter unten).

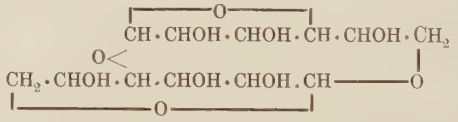
γ) Azetylierender Abbau (Azetylose) d. h. die Bildung von azetylierten Abbauprodukten der Stärke tritt ein, wenn man auf diese am besten in Form der Zulkowsky-Stärke (die bereits ein Abbauprodukt ist) Essigsäureanhydrid in Gegenwart einer ausreichenden Menge von konzentrierter Schwefelsäure oder auch Chlorzink einwirken läßt. So gewann F. Pregl (427) bei Verwendung von 2 cm³ Schwefelsäure auf 5 g Stärke ein abgebautes Azetat anscheinend mit nur 3 Glukoseresten im Molekül, nach Verseifung einigermaßen in seinem Verhalten an Erythrodextrin erinnernd, und ein ähnliches Produkt gewannen Pringsheim und Eissler (428) durch Azetolyse der β-Hexamylose und nachfolgende Verseifung (Isotriamylose). Bei Verwendung von mit HCl oder HBr gesättigtem Essigsäureanhydrid oder auch Azetylchlorid, am besten Azetylbromid, gelangt man zu Abbauprodukten, welche einen Teil der Hydroxyle des korrespondierenden, durch gewöhnlichen Abbau erhältlichen Produktes durch Azetylgruppen, einen anderen durch Halogen ersetzt enthalten (siehe bei Ester). So konnte man mittels Azetylbromid und etwas Eisessig zur Azetobrom-Maltose und von dieser zur Maltose oder mittels mit HBr gesättigtem Azetanhydrid (430) zur Azetobromglukose gelangen.

6. Konstitution der Stärkekomponenten.

a) Die Maquennesche Amylose. Durch Glyzerinabbau gelangten Pringsheim und seine Mitarbeiter (431) von der amylopektinfreien Amylose zum Dihexosan, einem nicht reduzierenden Disaccharid mit Ringstruktur,

$$C_{12}H_{20}O_{10},$$

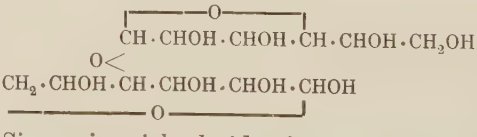
verschieden von der Diamylose, durch Diastase restlos in Maltose übergehend, durch kalte konzentrierte Salzsäure ein Osazon lieferndes Disaccharid $C_{12}H_{22}O_{11}$ bildend, verschieden von der Maltose, jedoch in diese durch Diastase überführbar — Dihexosan bzw. Amylobiose. Für das Dihexosan, welches als die Grundsubstanz angesehen wird, durch deren Polymerisation (Assoziation, Aggregation) unbekannten Grades sich das Amylose-Molat aufbaut, nimmt Pringsheim (605) aus Gründen, welche hier nicht wiedergegeben werden, die Formel



d. i. gemäß der von ihm vorgeschlagenen Nomenklatur:

6—⟨1,4⟩—Glukosido—4—⟨1,6⟩—Glukosid

in Anspruch. Die aus dem Dihexosan erhältliche Amylobiose wäre dann

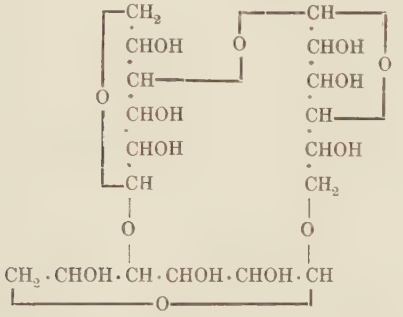


Sie erwies sich als identisch mit dem aus α-Tetramylose wie auch aus β-Hexamylose durch kalte konzentrierte Salzsäure entstehenden Disaccharid. Dem hier Dargelegten zufolge kann nun nicht mehr der glatte Übergang der Amylose in Maltose

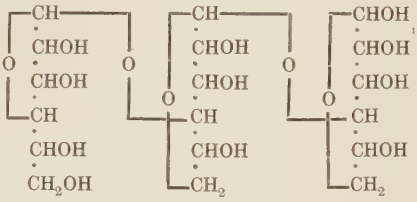
als Beweis dafür gelten, daß die das Amylose-Molat aufbauende Grundsubstanz die Anhydromaltose im Sinne Karrers sei. Auf die von Pringsheim zur Erklärung des Überganges der Amylobiose- und Dihexosanstruktur in die Maltosestruktur herangezogenen Hypothesen können wir hier nicht eingehen. Sicher ist, daß diese Umwandlung eine strukturelle Umlagerung in sich schließt und daß man sich, da sie durch Diastase herbeigeführt wird, genötigt sieht, einer Komponente der Malzamylase neben ihrer verzuckernden auch eine umlagernde Wirkung zuzuschreiben oder ein besonderes umlagerndes Ferment im Malze anzunehmen.

Daß die Amylobiose durch fortgesetzte Hydrolyse Glukose der α- und der β-Form liefern muß, ist selbstverständlich. So erscheint die Glukose als der einfachste zuckerartige Baustein der Amylose.

b) Polyose des Amylopektins. Amylopektin, frei von Amylose, lieferte beim Glyzerinabbau ein nicht reduzierendes Trisaccharid $C_{18}H_{30}O_{15}$, das Trihexosan, welches durch kalte konzentrierte Salzsäure in einen osazonbildenden Zucker $C_{18}H_{32}O_{16}$, die Amylotriose übergeführt wurde (432). Diesen Abbauprodukten wurden mit einer hier nicht wiedergegebenen Begründung nachstehende Strukturformeln zugewiesen:



Trihexosan oder
4—⟨1,6⟩ — Glukosido —4— ⟨1,6⟩—Glukosido—
6 — ⟨1,4⟩ — Glukosid



Amylotriose oder ⟨1,4⟩ — Glukosido —
4 — ⟨1,6⟩ — Glukose

Das Trihexosan und die Amylotriose liefern auffälligerweise mit durch das Komplement unterstützter Diastase restlos Maltose. Dies kann nur dadurch geschehen, daß aus den Trisaccharidmolekülen je ein Hexoserest hydrolytisch abgespalten wird, wonach die beiden übrigbleibenden unter Änderung der Brückensauerstoffbindungen Maltose geben, welche zugleich auch aus je zwei der dritten Hexoseresten gebildet wird. Auch in diesem Falle fühlt man sich zur Annahme einer umlagernden Komponente der Diastase angeregt. Näheres im Original.

Als wesentliches Ergebnis der letztangeführten Abbauversuche beim Amylopektin ergibt sich, daß dessen Molate aus Molekülen des Trihexosans aufgebaut sind. Sie sind Polymerisate oder Assoziate oder Aggregate dieser Grundsubstanz.

Ob die Moleküle der Grundsubstanz zu Molaten vereinigenden Kräfte Restvalenzen der Brückensauerstoff-Atome, was vielfach geglaubt, aber auch bestritten wird, oder ob es Kräfte andrer Art sind, ist vorläufig nicht zu entscheiden.

Bei den sich auf die Konstitution der Stärkesubstanzen beziehenden Darlegungen wurden behufs Vereinfachung stereochemische Momente außer Betracht gelassen.

S. Zeisel.

B. Besonderer Teil.

I. Aufzählung, systematische Gliederung und pflanzengeographische Verbreitung der wichtigsten stärkeliefernden Pflanzen.

1. Polypodiaceae.

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn. Das Rhizom wird auf Teneriffa und Neuseeland seines Stärkegehaltes wegen geschätzt. Stärkegehalt nach Zlataroff (259) 46 %. Während des Krieges wurde das Rhizom in Aachen auf Stärke verarbeitet. (Ztschr. f. d. ges. Spiritusindu-

strie XL. 1917. S. 189.) Siehe auch J. Hendrick (102), Diels (50), Hansen und Mez (98), Griebel (88).

2. Cycadaceae.

Cycas revoluta Thumb. Dient in Japan zur Sagobereitung. Samenkerne enthalten nach Th. Peckolt (182) in frischem Zustand 6,6 %, Wurzelknollen 18,1 % Stärke.

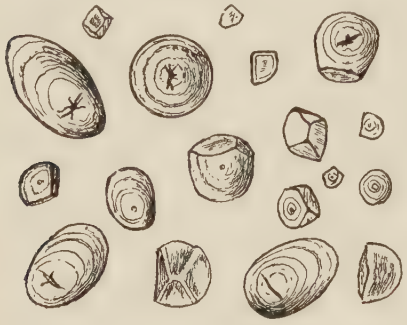


Abb. 10.
Stärke von *Cycas revoluta* L. 440 : 1.

(Abb. 10.) Über Charakteristik dieser Stärkesorte s. Decrock (46).

C. inermis Lour. China. In Annam »cay san tue« Sago. Jumelle (120).

C. neo-caledonica Lind. Neu-Caledonien. Jumelle (120).

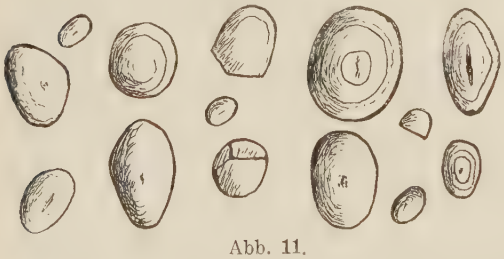


Abb. 11.
Stärke von *Macrozamia spiralis* Miq. 852 : 1.

C. circinalis L. Ostindien, Ceylon, Niederländisch-Indien, Molukken. Liefert Sago. Luerssen (149); v. Höhnel (114); van Dougen (53). Nach Heyne (112) ist *C. circinalis* wegen ihres langsamen Wachstums für die Sagofabrikation bedeutungslos.

Dioon edule Lindl. Mexico. Liefert Sago. v. Höhnel (114); Engler-Prantl (66, 1).

Macrozamia spiralis Miq. Australien. Liefert Stärke. (Abb. 11.)

Encephalartos caffer Lehm = (*E. lanuginosus* Lehm). Südafrika. »Kaffir bread«, »broodboom«. Liefert den Eingeborenen Sago. R. Marloth (152).

Zamia spiralis Miq. Liefert eine Stärkesorte, »Arrowroot von Queensland« genannt.

Z. angustifolia Jacq., *Z. pumilia* L. und *Z. tenuis* Willd. liefern auf den Bahamas und Antillen ein »Arrowroot«.

Z. integrifolia Ait., in Florida, ein Salzmehl, genannt »Coonti«. v. Höhnel (114).

Z. Chiqua Seem. Aus den Samen wird in Panama eine Art »Arrowroot« bereitet. Wehmer (233, 1).

Z. floridana A. D. C. »Florida-Arrowroot«, »Zamiastärke«. J. F. Clevenger (36); Wallis (231).

3. Ginkgoaceae.

Ginkgo biloba L. Japan, China, in Europa kultiviert. Samen eßbar, enthalten in der Trockensubstanz 67.9 % Stärke. Langley (143); Senft (209).

4. Typhaceae.

Typha angustifolia L. Europa, Afrika, Nordasien, Nordamerika. Enthält nach Thoms (218) 29,85 % Stärke im trockenen Wurzelstock, nach Loges 46,06 %, Gräbner und Zinz (87); nach Foerster (74) 24,7 %. Während des Krieges wurde die Typhastärke vorübergehend ausgebeutet. Siehe auch Kofler (128); Kochs (127); Diels (50).

5. Aponogetonaceae.

Aponogeton natans (L.) Engl. et Krause = (*Aponogeton monostachys* L. fil.). Knollen. Indien, trop. Australien (33, 1), Wiesner und Hübel (246, 1), Engler-Prantl (66, 2), Krause (138).

A. distachys L. fil. In Indien und im Kapland kultiviert. Payen (180). Liefert nach v. Höhnel (114) eine Art »Arrowroot«. Engler-Prantl (66, 2), Engler-Drude (64).

A. elongatus F. Muell. Nordaustralien. Krause (138).

A. fenestralis (Poir.) Hook. = (*Ouviranda fenestralis* Poir.). Madagaskar.

A. Bernerianus (Decne) Hook. = (*Ouviranda Bernariana* Decne). Madagaskar.

A. Heudelotti (Kunth.) Engl. = (*Ouviranda Heudelotii* Kunth.). Senegambien.

Besitzen stärkereiche Knollen. Jumelle (118).

6. Alismataceae.

Alisma plantago L. Europa, Asien, Nordamerika. Diese bei uns gemeine Pflanze (Froschlöffel) liefert in China ein Stärkemehl. v. Höhnel (114). Nach Buchenau (27) werden die Rhizome von Kalmücken gegessen.

Sagittaria latifolia Willd. = (*Sagittaria variabilis* Engelm.), Nordamerika »Wappatoo«. Knollen von Indianern gegessen und *S. sagittifolia*. In China kultiviert, dient zur Stärkebereitung. Japanischer Name »Kuwai«. v. Höhnel (114), Engler-Prantl (66, 3), Diels (50), König (131, 1).

7. Gramineae.

Triticum vulgare Vill.
Triticum turgidum L.
Triticum spelta L.
Triticum durum Desf.
Triticum dicoccum Schrank
Triticum monococcum L.
} s. Weizenstärke.

Secale cereale L. Früchte enthalten 85.83% Stärke [Hals und Heggenhougen (92)]. »Roggenstärke«. Wiesner (239, 2), A. Vogl (228, 1), Hager-Mez (91), Wehmer (233, 2), König (131—134), Herter (106—109), Maurizio (155), König und Bartschat (135). Nach Gintl (83) wird Roggenstärke in Italien bereitet.

Hordeum vulgare L. Früchte enthalten 86,1% Stärke [Hals und Heggenhougen (92)]. »Gerstenstärke«. Wiesner (293, 2). v. Höhnel (114), A. Vogl (228, 1 u. 2), Wehmer (233, 3), König (131—134), Maurizio (155), Hager-Mez (91).

Oryza sativa L. s. Reisstärke.

Zea mays. L. s. Maisstärke.

Avena sativa L. Früchte enthalten 86,36% Stärke [Hals und Heggenhougen (92)]. Haferstärke, Hager-Mez (91), König (131—134), Maurizio (155).

Panicum milaceum L. Dient nach v. Höhnel (114) in England in kleinem Maßstabe zur Stärkebereitung. Hager-Mez (91), König (131—134), Wehmer (233, 4), Decrock (46).

Sorghum vulgare Pers. »Mohrenhirsestärke«. Hager-Mez (91), König (131—134), Wehmer (233, 5), Hammerstein (93), Francis und Smith (76).

8. Cyperaceae.

Scirpus maritimus L. In Deutschland »Kattig« oder »Hing«, in Ungarn »Bakacz« oder »Czatak«. Rhizome stärkereich, frisch etwa 18% Stärke; in Ungarn in der Brauindustrie verwendet. Degen (48).

Scirpus lacustris L. Rhizom enthält 24,5% Stärke. Degen (48).

Cyperus esculentus L. Stärkereiche Rhizome. Gaisser (78).

Cyperus usitatus Burch = (*Cyperus edulis* Dinter). Zwiebeln stärkereich. In Deutsch-Südwest-Afrika »Ointjes«, »onkies«. Analyse der Zwiebeln und Abbildung der Stärke s. Adlung (5), s. ferner Dinter (52).

9. Palmae.

Metroxylon Rumphii Mart. (*Sagus Rumphii* Willd.)
Metroxylon laeve Mart. (*Sagus laevis* Rumph.)
Metroxylon elatum Mart. (*Sagus elata* Reinw.)
Metroxylon inerme Mart. (*Sagus inermis* Roxb.)
Metroxylon fariniferum Mart. (*Sagus farinifera* Lam.)
Arenga saccharifera Labill.
Borassus flabelliformis L.
Caryota urens L.
} siehe Sago.

Raphia pedunculata Beauv. = (*Sagus pedunculata* Poir. = *Raphia ruffia* Mart.). Aus dem Mark der Stämme wird in Madagaskar und Ostafrika Stärke und Mehl bereitet. Zimmermann (255).

Borassus tunicata Lour. Cochinchina, Indien. Dient zur Bereitung eines »Sago«, der aber nicht ausgeführt wird.

Caryota Rumphiana Mart. Borneo, Neu-Guinea, Nordaustralien. Auf den Molukken wird aus dem Mark der Stämme Mehl bereitet.

Guilielma granatensis Karst. = (*Bactris granatensis* Wendl.). Aus dem Mark der Stämme wird in Neu-Granada und Venezuela Mehl und Stärke bereitet.

Bactris speciosa Mart. Amazonas. Früchte enthalten reichlich Stärke. Engler-Prantl (66, 5).

Corypha elata Roxb. Liefert in Bengalen eine geringe Sagosorte. Engler-Prantl (66, 6).

C. gebanga Bl. »Gebang«, »Gawang«. Liefert in Ceylon und Java eine geringe Sagosorte, die in Zeiten schlechter Reisernte von den Eingeborenen gegessen wird. Wehmer (233, 6), Heyne (112, 1).

C. umbraculifera L. Ceylon, Malabar.

Abb. 12.
Stärke von *Amorphophallus Rivieri* Dus. (Nach Planchon und Juillet.)

Indien. »Talipotstärke«. Das Mark wird zuweilen, namentlich zur Zeit der Not, zur Sagobereitung benutzt. Semler (208, 3), König (133, 3).

C. silvestris Bl. Java, Molukken, Timor, Celebes. Liefert Sago. Wehmer (233, 6), Engler-Prantl (66, 6).

Oreodoxa oleracea Mart. = (*Areca oleracea L.* = *Euterpa caraiba* Spreng.). Westindien, auch sonst in den Tropen kultiviert. »Kohlpalme«. Liefert Sago, der aber nicht ausgeführt wird.

Cocos flexuosa Mart. und *Cocos yatay* Mart. Das Mark der Stämme liefert in Brasilien Mehl.

Phoenix silvestris Roxb. Ostindien, Paraguay kultiviert;

Ph. spinosa Thon. Sierra Leone und

Ph. humilis Boyle. Cochinchina. Liefern Sago. Wehmer (233, 6).

Mauritia flexuosa L. f. Tropisches Amerika. In Französisch Guinea »Palmierbâche«, in Brasilien »Miriti«, in Venezuela »Murichi«. Das Mark liefert Stärke. Jumelle (120).

Copernicia cerifera Mart. = (*Corypha cerifera* L.). Brasilien, Venezuela. Aus dem Mark wird Stärke bereitet. Wehmer (233, 6).

Medemia nobilis H. et W. Madagaskar. Analyse s. Wehmer (233, 10), mikroskopische Charakteristik der Stärke siehe Decrock (47).

10. Araceae.

Arum maculatum L. Die aus Knollen dieser Pflanze abgeschiedene Stärke gehört zu dem ältesten in den Apotheken benutzten Amylum. Es wird jetzt noch als »Portland-Arrowroot« oder »Portland-Sago« in England verwendet. v. Höhnel (114, 2), A. Vogl (228, 4), König (132, 5), Engler (63, 1), Planchon und Juillet (186).

Arum italicum Mill. Italienischer Name »Giparo«. Nach v. Höhnel (114) in erheblichem Maße in Italien und Algier zur Stärkebereitung benutzt. Zweijährige Rhizome enthalten nach Pantanelli 20,7% Stärke, dreijährige 21,74%. Pantanelli (176), König (132, 5).

Colocasia antiquorum Schott und Varietäten = (*Arum esculentum* L. = *Colocasia esculenta* Schott = *Caladium esculentum* Vent.) s. »Colocasiastärke«.

Arisaema triphyllum Schott. Atlantisches Nord-Amerika. Liefert eine Art »Arrowroot«. Aus dem gepulverten Rhizom wird »Cupress-powder« hergestellt. Engler (63, 1 und 63, 2).

A. pentaphyllum (L.) Schott = (*Arum pentaphyllum* L.). Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Planchon und Juillet (186).

Dracontium polyphyllum L. Surinam, Guiana. Knollen stärkereich, von Indianern (Para, Amazonas) gegessen. Engler (63, 3).

Amorphophallus sativus Bl. »Karami mavon«. Wird in franz. Indien auf Stärke ausgebeutet. Wiesner (245). Stärkegehalt etwa 14%. Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Decrock (47).

A. Rivieri Dur. und var. *konjac* (C. Koch) Engl. = *Hydrosme Rivieri* (Dur.) Engl. = *Amorphophallus konjak* C. Koch = *Conophallus k.* Schott, »Conophallusstärke« Philippinen, Japan. Knollen werden in Japan auf Stärke verarbeitet. Japanischer Name: »Konyaku«. Analyse der Knolle s. Engler (63, 4) und Wehmer (233, 7). Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkeart s. König (132, 5) und Planchon und Juillet (186). Siehe Abb. 12.

A. campanulatus (Roxb.) Bl. Knollen stärkereich (4—8 Pfund schwer), werden in Brit. und Niederl. Indien gegessen. Engler (63, 3). Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Decrock (47) und Planchon und Juillet (186).

Alocasia macrorrhiza (L.) Schott – (*Arum macrorrhizum* L.). »Apéstärke«, Ceylon, Molukken, malayischer Archipel. Ferner *A. odora* (Roxb.), C. Koch und *A. indica* var. *typica* Engl. besitzen stärkereiche Knollen und werden häufig kultiviert. *A. odora* heißt in Tonkin »ray», kommt vor in Indien, auf Formosa und den Philippinen. *A. indica* var. *typica* heißt auf Samoa »taama«, wird in Indien, Malesien und Mikronesien angebaut. Mikroskopische Kennzeichen der Stärke von *Alocasia macrorrhiza* s. König (132, 6) und Planchon und Juillet (186). Analysen s. Engler (63, 5), s. ferner Engler-Krause (65).

Cyrtosperma edule Schott. Fidji-Inseln, Gesellschafts-Inseln, Karolinen, Mariannen, Ratackarchipel, Neu-Guinea. Knollen stärkereich, sehr häufig kultiviert (mehr als Taro). Einheimische Namen: »maota« (Tahiti), »opeves« (Reiatea), »lack« (Jap), »baba« (Mariannen), »viakana« (Fidji-Inseln). Engler (63, 7).

Xanthosoma violaceum Schott. Westindien, Brasilien. Stärkemehl wird wie Marantastärke geschätzt. Knollen heißen »batata de taxoba«. Engler (63, 6).

Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott. Westindien, Cuba, Jamaika. Auf den Antillen »Chou-caraibe«, »Malanga«, in Französisch Guinea »Tagove« genannt. Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Decrock (47). S. ferner Engler (63, 2), Peckolt (183).

Dracunculus vulgaris Schott und Varietäten. Mediterrangebiet. Mikroskopische Charakteristika dieser Stärkeart s. Planchon und Juillet (186).

Caladium striatipes Schott, *C. sorium* Schott, *C. bicolor* Vent. und Varietäten, *C. picturatum* C. Koch. besitzen stärkereiche Knollen, die vielfach von Eingeborenen gegessen werden. Näheres Engler (63,2).

11. Liliaceae.

a) Melanthioideen.

Gloriosa superba L. Tropisches Afrika und Asien. Unterirdischer Stamm, zu Stärke in Französisch-Indien (33,1). Über die Stärke s. Münter (163), Analyse s. Wehmer (233,8).

b) Lilioideen.

Fritillaria imperialis L. s. Stärke der Kaiserkrone.

Abb. 13.
Stärke aus der Zwiebel von *Erythronium dens canis*. (Nach J. Moeller.)

Erythronium dens canis L. Die Stärke, welche aus der Zwiebel dieser auch in Europa vorkommenden Pflanze gewonnen wird, ist in Japan officinell. J. Moeller (159). Tschirch (222, 2) bezeichnet diese Stärke als »Japanisches Arrowroot«. (Abb. 13.)

c) Dracaenoideen.

Yucca gloriosa L. Aus den Wurzelknollen wird in Zentralamerika Stärke bereitet. Über dieses »Arrowroot von Costarica« s. Vogl (228, 3).

12. Amaryllidaceae.

Pancratium maritimum L. = (*Scilla pancratium* St.). Mittelmeerländer. Knollen zur Stärkegewinnung. Giordane (84),

Dingler (51), Gintl (81), v. Höhnel (114, 5), Wehmer (233, 9).

Alstroemeria pallida Grah. Der Wurzelstock wird in Chile auf Stärke verarbeitet. v. Höhnel (114, 5).

13. Taccaceae.

Tacca pinnatifida Forst. = (*Leontice leontopetaloides* L.) s. »Takkastärke«.

T. integrifolia Ker.-Gawl. Rhizom stärkereich.

T. umbrarum Jum. et Per. Madagaskar. »Tavolo«. Enthält frisch etwa 30% Stärke. Wird in Madagaskar in beschränktem Maße auf Stärke verarbeitet und exportiert. Fauchère (69).

14. Dioscoreaceae.

Dioscorea batatas Decne.
D. esculenta Lour.
D. abyssinica Hochst.
D. occidentalis R. Knuth.
D. cayensis Lam.
D. Liebrechtsiana De Willd.
D. minutiflora Engl.
D. rotundata Poir.
D. triphylla var. *dumetorum* (Kunth) R. Knuth.
D. alata L.
D. bulbifera L.

s. »Dioscoreenstärke«.

D. elephantopus Spreng. = (*Testudinaria elephantipes* Burch.). »Hottentottenbrot«. Südafrika. Liefert Sago. Wehmer (233, 11).

15. Iridaceae.

Babiana hypogaea Burch. Deutsch-Südwestafrika »Otjitore-Knolle«. Enthält nach Adlung (6) in der Trockensubstanz 84,6% stickstofffreie Extraktivstoffe und Rohfaser.

16. Musaceae.

Musa paradisiaca L. s. »Bananenstärke«. Über Bananenstärke liefernde Musa-Arten siehe den besonderen Teil.

17. Zingiberaceae.

Curcuma leucorrhiza Roxb.
C. angustifolia Roxb.

s. »Kurkumastärke«.

C. rubescens Roxb. v. Höhnel (114, 5), Wehmer (233, 12), Dragendorff (55, 1). »Kurkumastärke«. Nach Pharmakopoea indica werden außer den drei genannten Spezies noch *C. montana* Roxb., *C. longa* L. und *C. aromatica* Salisb. als stärkeliefernd genannt.

18. Cannaceae.

Canna edulis Ker. = (*C. indica* Ruiz et Pav. = *C. rubricaulis* Link) s. »Cannastärke«.

C. coccinea Mill. = (*C. rubra* Willd.) s. »Cannastärke«.

C. lanuginosa Rosc. Brasilien, Peru, »Arrowroot«.

C. indica L. = (*C. patens* Rosc.). Zentralamerika, Peru, Chile, Westindien, »Arrowroot«.

19. Marantaceae.

Maranta arundinacea L. »St. Vincent-Arrowroot«, »Jamaika-Arrowroot«, »Natal-Arrowroot«. S. »Westindisches Arrowroot«.

M. nobilis Moore. In Neusüdwales kultiviert. »Westindisches Arrowroot«.

M. indica Juss. In Ostindien kultiviert. »Westindisches Arrowroot«.

M. allouya Jacq. Cayenne. Die Knollen liefern Stärke. Duchesne (56), Dragendorff (55, 2).

M. arouma Aubl. Guiana. Knollen. Duchesne (56).

Stromanthe tonchat Körn. = (*Maranta tonchat* Aubl.). Guiana, West- und Ostindien. Die Knollen liefern Stärke. Dragendorff (55, 2).

Clinogyne dichotoma Salisb. = (*Phrynium dichotomum* Roxb.). Die Knollen liefern Stärke. Auf Martinique kultiviert (33, 1). Mikroskopische Kennzeichen s. Wiesner und Hübl (246, 2).

20. Fagaceae.

Quercus robur L. = (*Qu. sessiliflora* Salisb. und *Qu. pedunculata* Ehr.). Samen enthalten bis 37% Stärke. »Eichelstärke«. Nägeli (166, 1), Wiesner (239, 3), v. Höhnel (114, 6), Wehmer (233, 13). Zusammensetzung von Eicheln s. Baker und Hulton (12). Über die mikroskopischen Kennzeichen dieser Stärkeart s. König (132, 7).

Castanea vulgaris Lam. = (*Castanea sativa* Mill. = *Castanea vesca* Gaertn. = *Fagus castanea* L.) s. »Kastanienstärke«.

21. Moraceae.

Artocarpus incisa L. fil. Früchte. »Fécule du fruit de l'arbre à pain« siehe besonderen Teil B, II, 14.

A. integrifolia L. Liefert Stärke.

22. Polygonaceae.

Fagopyrum esculentum Moench = (*Polygonum fagopyrum* L.) s. »Buchweizenstärke«.

23. Nymphaeaceae.

Nelumbium speciosum Willd. = (*Nymphaea nelumbo* L. = *Nelumbo nucifera* Gaertn.). »Tarati«-Pflanze. Süd- und Mittelasien, früher auch in Ägypten. Aus den Samen (ägyptische Bohnen) wird Mehl bereitet und aus den Rhizomen in China auch ein »Arrowroot« dargestellt. Mikroskopische Kennzeichen siehe Planchon und Juillet (186). Siehe auch Dragendorff (55, 3), Reichert (193, 1), König (133, 4), König (131, 2). Siehe Abb. 14.

Nymphaea lotus L. Trop. Asien und Afrika. Die Samen sind stärkereich und werden gegessen. Wehmer (233, 14).

24. Leguminosae.

Phaseolus multiflorus Willd.
Ph. vulgaris L.
Ph. mungo L. = (*Ph. radiatus* L.)

} Samen, Bohnen, allgemein auch in warmen Gegenden gebaut. In England im beschrkt. Maßstabe zur Stärkegewinnung benutzt.

Über die Eigenschaften und Kennzeichen dieser Stärkesorten siehe Nägeli (166, 2), Wiesner (239, 4), M. Hock in Wiesner (246, 3), v. Höhnel (114. 7), König (132, 8), Hager-Mez (91). Analysen siehe König (131, 3) und König (133, 5), Planchon und Juillet (186).

Dolichos lablab L. = (*Dolichos purpureus* L.) und

Vigna catjang Walp. = (*Vigna sinensis* Endl. = *Dolichos sinensis* Forsk.). Planchon und Juillet (186), Jumelle (118), Gaisser (78).

Sphenostylis stenocarpa (Hochst.) Harms.

Dolichos esculentus De Willd.

D. Seineri Harms.

Vigna Dinteri Harms.

V. pseudotriloba Harms. Über diese und andere weniger bekannte knollenbildende Leguminosen s. Harms (99), auch Gaisser (78).

Cajanus indicus Spreng. Mikroskopische Kennzeichen der Stärke s. Planchon und Juillet (186) s. ferner Gaisser (78), Grimme (90).

Inocarpus edulis Forst. »Mapé-Stärke«, auf Jap »Booi«, auf Java »Gajam«. Indischer Archipel und ozeanische Inseln.

Abb. 14.
Stärke von *Nelubium speciosum* Willd. (Nach Planchon u. Juillet.)

Samen »ratta« genannt. Engler-Prantl (66, 7), König (133, 3), Heyne (112, 2). Charakteristika dieser Stärkesorten s. König (132, 9).

Apios tuberosa Mnch. Die Knollen haben gekocht Ähnlichkeit im Geschmack mit unseren Kartoffeln und werden in Jahren schlechter Getreideernte in Oberitalien an Stelle von Brot verwandt. Brighetti (25), König (133, 6), Warburg (232, 2).

Aldina insignis Endl. »Dakamballistärke«. Wird von den Indianern Britisch-Guianas aus den Früchten hergestellt. Stärke gelbbraun, Körner ovale Form und deutlich konzentrische Ringe. Durchmesser 10—42 μ nach Goodson (86); Stärkegehalt der Früchte 78,83 % nach Davis und Daiß.

Parkia biglobosa Benth. = (*P. africana* R. Br.). »Nety- oder Nittabaum«. »Nétémehl«. König (133, 3), Crété (42), Warburg (232, 2).

Pisum sativum und verwandte Arten. »Erbse«. v. Höhnel (114), König (132, 8), (133, 7), Wehmer (233, 15).

Lens esculenta Moench = (*Ervum lens* L.). In England zur Stärkebereitung benutzt. v. Höhnel (114, 8), Wehmer (233, 16).

Castanospermum australe Cunn. et Fraser s. besonderer Teil B, II, 16.

Dioclea Boykinii A. Gray = (*Dolichos multiflorus* Torr. et Gray). Amerika boreal. Kennzeichen und Analyse dieser Stärkeart s. Pieraerts (185).

Pachyrrhizus angulatus Rich. = (*Dolichos bulbosus* L. = *Dolichos mammosus* Hor.). In Zentral-Amerika und in Süd- und Ostasien vielfach kultiviert. Aus den Wurzeln dieser Pflanze wird eine sehr schöne und rein weiße Stärkesorte, das »Arrowroot von Japan«, bereitet. Über

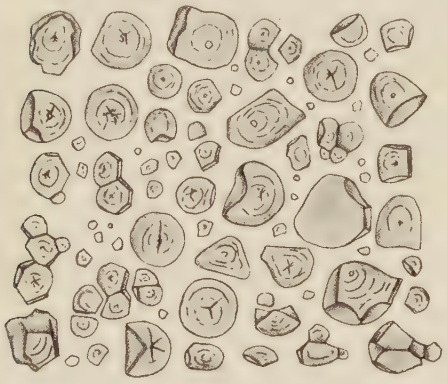


Abb. 15.
Stärke von *Pachyrrhizus angulatus* Rich. 440:1.

diese Stärke s. Vogl (229), (228, 5), Dragendorff (55, 4). Charakteristika der Stärke der Samen s. König (132, 8); Analysen s. König (133, 8). Über Kultur, einheimische Namen s. Heyne (112, 2). Siehe Abb. 15.

P. tuberosus (Lam.) Spreng. Trop. Amerika und Asien. Vielfach kultiviert. Knollen stärkereich.

Pueraria Thunbergiana Benth. China, Japan. Erscheint in der japanischen Pharmakopöe. Die Stärke der Samen dieser Pflanze wird auch sonst noch in China und Japan verwandt. Moeller (159), Tschirch (222), Zimmermann (253). Über die mikroskopischen Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Decrock (47).

25. Euphorbiaceae.

Manihot utilissima Pohl = (*Jatropha manihot* L. = *Janipha manihot* H. B. K.) s. »Maniokstärke«.

M. dulcis (J. F. Gmel) Pax und Varietäten, besonders *M. dulcis var. aipi* (Pohl). Pax s. »Manihotstärke«.

M. carthaginensis (Jacq.) Müll. Org. = (*M. janipha* Pohl = *Jatropha janipha* L.). Tropisches Amerika. Häufig kultiviert. Die Wurzeln sind stärkereich, aber neigen zur Verholzung, weshalb sie zur Stärkeerzeugung wenig geeignet sind; doch liefern sie stärkereiche Produkte, welche als Nahrungsmittel in der Heimat verwandt werden. Einheimische Namen sind in Venezuela »Yuquilla«, in Costarica »Yuca de Monte«. Peckolt (183), Pax (179).

26. Anacardiaceae.

Mangifera indica L. Malesien, Indien; auch sonst in den Tropen wird der »Mangobaum« kultiviert. Auf Martinique und Réunion wird aus den Samen Stärke (»fécule de maguier«) bereitet (33, 2). Über die mikroskopischen Kennzeichen dieser Stärkeart s. Wiesner und Hübl (246, 4). Siehe ferner Reichert (193,2), Wehmer (233, 17), Warburg (232,2).

27. Icacinaceae.

Icacina senegalensis A. Juss. Trop. Afrika. Aus Samen und Knollen wird von den Eingeborenen Senegambiens Mehl und Stärkemehl bereitet. Analyse der Samen und Knollen und Charakteristika der Stärke aus Samen und Knollen s. Cerighelli (34).

28. Hippocastanaceae.

Aesculus hippocastanum L. s. »Roßkastanienstärke«.

29. Sterculiaceae.

Pachira aquatica Aubl. Trop. Amerika. Auf Martinique wird aus den Samen ein Stärkemehl (»fécule de la Châtaigne de la Guiane«) bereitet (33, 2). Über die mikroskopischen Kennzeichen dieser charakteristischen Stärkeart s. Wiesner und Hübl (246, 5), Warburg (232). Siehe Abb. 7.

30. Convolvulaceae.

Ipomoea batatas Poir. = (*Batatas edulis* Chois. = *Convolvulus batatas* L. = *C. edulis* Thumb.) s. »Batatenstärke«.

I. mammosa Chois. In Indochina kultiviert. »Khoai-tu«. Jumelle (119). Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkeart s. Planchon und Juillet (186).

I. fastigiata Swt. Antillen, Martinique, Jamaika. »Patate sauvage«, »patate marron«, »liane douce«.

I. Horsfalliae Hook. Jamaika. Jumelle (119).

I. digitata L. = (*I. paniculata* R. Br. = *Batatas paniculata* Choisy). Mikroskopische Kennzeichen dieser Stärkeart s. Decrock (47).

31. Labiatae.

Coleus dazo Chev. Trop. Afrika.

C. lanuginosus Hochst. Abyssinien.

C. langouassiensis A. Chev. Trop. Afrika.

Plectranthus rotundifolius Spreng. = (*Coleus rotundifolius* A. Chev. et E. Perr. = *Germanea rotundifolia* Poir.).

Orthosiphon rubicundus Benth. = (*Plectranthus tuberosus* Roxb.). Knollen stärkereich, etwa 70—86% in der Trockensubstanz. Analysen s. M. Balland (13). Über Kultur und Anbau in Afrika s. Hammerstein (93) und Bois (22).

32. Solanaceae.

Solanum tuberosum L. s. »Kartoffelstärke«.

33. Acanthaceae.

Hemigrapha latebrosa Nees. = (*Ruellia pavala* Roxb.). Aus den Samen wird in Französisch-Indien eine Stärkesorte gewonnen (33, 2). Über die mikroskopischen Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Wiesner und Hübl (246, 6). Siehe Abb. 8.

34. Cucurbitaceae.

Sicyos angulata L. Nordamerika, in Osteuropa verwildert. Aus den Knollen wird auf Réunion ein Stärkemehl: »fécule de chou-chou« gewonnen (33, 2). Über die Kennzeichen und Eigenschaften dieser Stärkeart s. Wiesner und Hübl (246, 5).

Sechium edule Swartz = (*Sicyos edulis* Jaq.). Im wärmeren Amerika wild und kultiviert, ebenso in Algier und im südlichen Spanien. Über diese Nahrungspflanze s. Semler (208, 4), Jumelle (119), Wercklé (235), F. O. Koch (125), Engler-Prantl (66, 8), Wehmer (233, 18), Heyne (112, 4), Trabut (220), Dybowski (57), Cook (39); Zimmermann (257) berichtet über die Kultur dieser Pflanze in Deutsch-Ostafrika. Die Wurzelknollen erreichen im zweiten Jahr ein Gewicht von 3 kg, enthalten 71% Wasser und 20% Stärke. Der Stärkegehalt soll bis auf 25% steigen, so daß die Knollen von *Sechium edule* zu den stärkereichsten unterirdischen Pflanzenteilen zählen würden. Vulgärnamen sind in Amerika »Chayote« oder »Chayota«, auf Réunion »Chouchou« oder »Chouchoute«, in Westindien »Chocho«, auf den französischen Antillen »Christophine«, auf Madeira und St. Thomé »Pimpinella« oder »Pepinella«, in Englisch-Westindien »Vegetable Pear«. Über die Stärkekörner der Samen dieser Pflanze s. A. Vogl (229, 1) und (228, 3).

Corallocarpus epigaeus (Rottl. et Willd.) C. B. Clarke = (*Corallocarpus epigaeus* Benth. et Hook. = *Bryonia epigaea* Rottl. et Willd.). Ostindien. Aus den Wurzelknollen dieser Pflanze wird in Französisch-Indien eine Stärkemehlsorte erzeugt (33, 2). Über Eigenschaften und Kennzeichen dieser Stärkesorte ist nichts bekannt.

II. Besondere Beschreibung der wichtigsten Stärkesorten des Handels.

Ehe die Stärkesorten des Handels im einzelnen aufgeführt werden, sei auf die Unterschiede hingewiesen, die sich rücksichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit insofern ergeben, als die die Stärke begleitenden Substanzen im großen ganzen in den verschiedenen Sorten in verschiedener Menge vorkommen.

In den ordinären, unsorgfältig dargestellten Stärkesorten treten diese Begleitstoffe der Stärke begreiflicherweise in größeren Mengen auf, und man hat in Weizenstärke bis zu 5 % Stickstoffbestandteile, im Maniok bis zu 3 %, im Sago bis zu 4 % Rohfaser gefunden.

Aber die reinen Sorten zeigen doch nur geringe Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung. Die folgende Tabelle gibt die Bestandteile an, die von Hals und Heggenhougen (92) in verschiedenen Stärkesorten gefunden wurden. [Tabelle aus König (133, 9).]

Stärkemehl	Wasser %	Stickstoffsubstanz %	N-freie Extraktionsstoffe %	Stärkemehl %	Pentosane %	Asche %
1. Weizen . .	10,37	0,80	88,76	87,22	1,54	0,07
2. Roggen . .	11,01	1,20	85,07	85,83	1,84	0,12
3. Gerste . . .	11,70	0,52	87,71	86,10	1,61	0,07
4. Hafer . . .	11,93	0,15	87,84	86,36	1,48	0,08
5. Reis	11,31	0,41	87,77	86,18	1,59	0,51
6. Mais	10,56	0,37	88,99	87,61	1,38	0,08
7. Kartoffel . .	11,06	0,09	88,46	87,11	1,35	0,39

Über die technische Einteilung von Stärken und Stärkemehlen und ihre Handelsbezeichnungen siehe auch Arpin (10).

1. Weizenstärke.

Nicht alle Weizenarten werden gleich häufig zur Gewinnung dieser industriell ungemein wichtigen Stärkeart benutzt. Es sind auch nicht alle hierzu gleich geeignet. Reichtum an Stärke und deren leichte Abscheidbarkeit sind die Grundbedingungen für die zur Stärkegewinnung dienlichen Weizensorten. Die von gemeinem Weizen (*Triticum vulgare*) abstammenden Weizensorten sind hierzu ganz geeignet. Doch liefert Spelz oder Dinkel (*Triticum spelta*), eine besonders in Württemberg und Baden häufig gebaute Getreideart, ein schöneres Produkt; und der sogenannte englische Weizen (*Triticum turgidum*), durch ein volles, bauchiges Korn mit mehligem Bruch ausgezeichnet, gibt mehr Stärke als gemeiner Weizen.

Andere Weizenarten werden zum mindesten nicht in großem Maßstabe zur Stärkegewinnung benutzt. Harter Weizen (*Triticum durum*), »blé dur« des französischen Handels, durch ein hartes, glasig brechendes Korn kenntlich, ist zur Stärkeerzeugung nur wenig geeignet. *Triticum dicoccum,* nämlich sog. Emmer, und das Einkorn, *T. monococcum,* sind wohl zur Abscheidung von Stärke tauglich, werden aber hierfür nur lokal und nur in beschränktem Maße benutzt.

Der Weizen ist bekanntlich eine Frucht, an der eine äußere Haut (Fruchthaut) und eine mit dieser innig verwachsene innere Haut (Samenhaut), ferner der Keim und ein den letzteren begleitendes stärkeführendes Sameneiweiß (Endosperm) unterscheidbar sind. Das ganze Innere des Weizenkornes ist erfüllt mit dünnwandigen, reichlich Stärke enthaltenden Zellen, diese sind wiederum umgeben von einer Reihe dickwandiger Zellen, den Kleberzellen, deren Inhalt sich mit Jod gelbbraun färbt. Die Abscheidung erfolgt nach den oben angegebenen Methoden. Deutschland erzeugte im Jahre 1911: 117 000 Dz. Weizenstärke [O s t (171)].

Das erzeugte Produkt ist entweder rein weiß oder etwas grau, wenn es nicht genügend durch das Licht oder künstlich (durch chemische Mittel) gebleicht wurde oder wenn es noch kleine Mengen von Kleber enthält. Es erscheint im Handel entweder in Form eines feinen Pulvers oder in unförmlichen Brocken (»Schäfchen«). Einige rheinländische Fabriken bringen die Weizenstärke in Gestalt zylindrischer Stengelchen, welche in Form und Durchmesser an das gegossene salpetersaure Silberoxyd erinnern (»Stengelstärke«, auch »Kristallstärke« genannt). Die Weizenstärke gibt guten haltbaren, stark klebenden und genügend steifenden Kleister, worauf zum großen Teil ihre spezifische Anwendung beruht.

Arzneilich verwandte Weizenstärke darf nach den Bestimmungen des deutschen Arzneibuchs V. Ausgabe nicht mehr als 1% Aschenbestandteile enthalten.

Es ist schon oben angedeutet worden, daß die Stärkekörner von Weizen, Roggen und Gerste untereinander eine große Übereinstimmung in den morphologischen Verhältnissen zeigen. Es ist sehr leicht, auf mikroskopischem Wege diese drei Stärkearten von allen übrigen Stärkesorten des Handels, aber mit einigen Schwierigkeiten verbunden, jene drei Amylumsorten voneinander zu unterscheiden. Da Roggen und .Gerste bezüglich der im großen betriebenen Stärkebereitung bedeutungslos sind, so gehen wir hier auf die Unterscheidung dieser drei Stärkesorten nicht ein.

In der ersten Auflage dieses Buches wurde auf diese Unterscheidung mit Rücksicht auf die Untersuchung des Mehles eingegangen.

Alle Sorten des Weizens führen im Gewebe des Sameneiweißes drei Arten von Stärkekörnern. Zwei Arten, nämlich große linsenförmige und kleine kugelige oder unregelmäßig rundliche und polyedrische, kennt man schon seit längerer Zeit; eine dritte Art, nämlich zusammengesetzte Körner, ist bis jetzt fast übersehen worden. Die letzte Art von Amylumkörnern ist anderen Forschern, bis auf Nägeli, welcher bereits Zwillings- und Drillingskörner in der Weizenstärke beobachtete, entgangen, da man sich fast immer damit begnügte, zur Feststellung der morphologischen Verhältnisse der Weizenstärke das käufliche Produkt zu verwenden, in dem die zusammengesetzten Körner nicht mehr als solche vorhanden, sondern bereits in Teilkörner zerlegt sind, die im Aussehen mit den kleinen Körnchen der Weizenstärke nahe übereinstimmen. Durch sehr genaue Untersuchung selbst käuflicher Weizensorten, leichter durch Prüfung von frischem Samengewebe des Weizens, überzeugt man sich, daß hierin auch aus 2—25 Teilkörnern bestehende Körnchen auftreten.

Die großen linsenförmigen und die kleinen einfachen Körner bilden die Hauptmasse. Kleine Zwillings- und Drillingskörner sind nicht selten. Höher zusammengesetzte Körner kommen aber nur spärlich vor und erscheinen in der Fabrikstärke nur in Form von polyedrischen Bruchkörnern.

a) Die großen linsenförmigen Stärkekörnchen des Weizens. Die Gestalt dieser Körper ist meist eine ziemlich genau linsenförmige, indem beide Grenzflächen in der Regel einerlei Krümmung haben. Kleine Unregelmäßigkeiten kommen wohl hin und wieder vor. Der Kern dieser großen Stärkekörner ist im käuflichen Stärkemehl durch eine kleine lufterfüllte und deshalb im Mikroskop schwarz erscheinende Höhlung, seltener auch durch größere lufterfüllte Spalten ersetzt. Das Polarisationskreuz ist gut erkennbar, tritt aber nie mit solcher Schärfe wie bei den Kartoffelstärkekörnern hervor. Das Kreuz ist regelmäßig, der Kreuzungspunkt fällt mit dem Kern zusammen.

Die Schichten sind häufig gar nicht wahrzunehmen. Sind sie direkt sichtbar, so erscheinen sie ziemlich undeutlich (Abb. 16). Große Stärkekörnchen des Weizens (oder des Roggens oder der Gerste), die während der Preßhefen-

Abb. 16.
Weizenstärke. *Triticum vulgare* Vill. 350 : 1.

erzeugung in die Hefe hineingerieten, erscheinen in prachtvoller Schichtung. Verdünnte Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, zerlegt die Weizen-

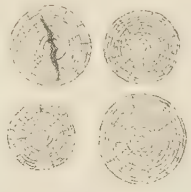


Abb. 17.
Große Weizenstärkekörner nach Behandlung mit Chromsäure. Vergr. 350 mal.

stärkekörner unter sukzessiver Entfernung der Granulose in zahlreiche, scharf hervortretende Schichten, die reichlich von radialen Streifen durchsetzt erscheinen [Weiß und Wiesner (234)]. (Siehe Abb. 17.) An der Oberfläche der großen, linsenförmigen Körner findet sich häufig eine netzförmige Zeichnung vor. Näheres hierüber bei Nägeli (166, 3). Über diese morphologische Eigentümlichkeit, aber hinsichtlich der Stärkekörner der Gerste (*Hordeum distichum*) s. Arth. Meyer (156).

Die Durchmesser der großen, linsenförmigen Stärkekörner zeigen folgende Dimensionen:

	Grenzwerte	Häufigster Wert
Triticum vulgare	= 14,0 — 39,0 μ	= 28,2 μ
„ *durum*	= 11,0 — 36,0 μ	= 26,1 μ
„ *turgidum*	= 17,6 — 41,1 μ	= 29,0 μ
„ *spelta*	= 15,4 — 39,6 μ	= 27,0 μ
„ *dicoccum*	= 11,1 — 30,1 μ	= 25,9 μ
„ *monococcum*	= 12,0 — 27,0 μ	= 19,5 μ

Nach Vogl (228, 6) kommen im Weizenmehl vereinzelt auch Körner von 45 μ vor, nach J. Moeller (160) und Wallis (230) von 50 μ.

b) Die kleinen Stärkekörnchen des Weizens. Diese sind, wie die vorhergehenden, einfache Körner. Ihre Form ist häufig kugelig; manchmal lassen sie stellenweise eine polyedrische Abplattung erkennen. Hin und wieder nehmen diese Körner auch unregelmäßige,

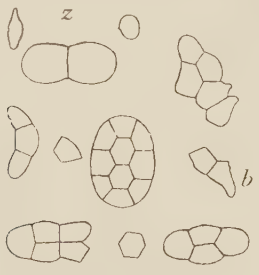


Abb. 18.
Seltener vorkommende Formen von Stärkekörnchen des Weizens, darunter große Zwillingskörner *z* und hoch zusammengesetzte Körner. *b b* Bruchstücke hoch zusammengesetzter Körner. 600 : 1.

selbst zugespitzte Formen an. An den kleinen Körnern ist keine Schichtung zu erkennen, läßt sich auch nicht durch Chromsäure hervorrufen. Die Körner zeigen im unveränderten Zustande bei starken Vergrößerungen eine dichtere (bläulich erscheinende) Hülle und einen weicheren (rötlich erscheinenden) Kern. Chromsäure höhlt den Kern aus.

Die Durchmesser der kleinen Körner zeigen folgende Größen:

	Grenzwerte	Häufigster Wert
Triticum vulgare	= 2,2 — 8,2 μ	= 7,2 μ
„ *durum*	= 2,2 — 7,8 μ	= 7,2 μ
„ *turgidum*	= 2,2 — 8,2 μ	= 7,2 μ
„ *spelta*	= 2,5 — 7,9 μ	= 7,0 μ
„ *dicoccum*	= 1,8 — 6,8 μ	= 6,6 μ
„ *monococcum*	= 1,8 — 6,0 μ	= 5,8 μ

Die kleinen Stärkekörner der vier erstgenannten sind in Beziehung auf Größe, wie die vorstehenden Zahlen lehren, nicht zu unterscheiden; wohl aber gelingt es, die kleinen Stärkekörner der beiden letzteren sowohl untereinander als von den vier übrigen zu unterscheiden.

c) Die zusammengesetzten Stärkekörner des Weizens bestehen aus 2—25 Teilkörnern, sind echt zusammengesetzt und zerfallen leicht in Zusammensetzungsstücke.

Die Auffindung der höher zusammengesetzten Körner der Weizenstärke sind in den »Mikrosk. Unters.« (1872) von Wiesner und in der ersten Auflage dieses Werkes mitgeteilt worden. Nur bei sehr aufmerksamer Prüfung wird man diese Körner auffinden. Wenn auch spärlich auftretend, ist ihre Kenntnis doch erforderlich, um durch sie bei Prüfungen auf Fälschungen nicht irregeleitet zu werden. J. Moeller (161), der angegeben hat, daß die zusammengesetzten Stärkekörner des Weizens bis 20 Teilkörner enthalten, hat diese zusammengesetzten Körner der Weizenstärke berücksichtigt. — Nach einer von A. Peter ausgeführten Untersuchung kommen höher zusammengesetzte (aus mehr als drei Teilkörnchen bestehende) Stärkekörnchen auch in dem Endosperm von *Secale* und *Hordeum* vor. Bei *Hordeum distichum* hat Arth. Meyer nachgewiesen, daß in den Amyloplasten des Endosperms nur selten ein, in der Regel 2—10 Stärkekörnchen entstehen. Von diesen kommt häufig nur eines zur Ausbildung. Aber es erklärt sich aus dieser Tatsache auch das Vorkommen zusammengesetzter Stärkekörner im Endosperm der Gerste.

Zwillingskörner kommen bei der Weizenstärke häufig vor. Diese und Drillingskörner finden sich nicht selten in Stärkesorten des Handels und auch häufig in Mehlsorten. Höher komponierte sind in den Stärkesorten nicht zu finden, da sie während der Fabrikation mehr oder weniger vollständig in Teilkörner zerfielen. Die Teilkörner haben die Dimensionen der kleinen einfachen Körner, nur die Zwillingskörner sind häufig größer. Die Menge der zusammengesetzten Körner der Weizenstärke ist gegenüber den großen gering, aber keineswegs verschwindend (Abb. 18). Über viskosimetrische Untersuchung von Weizenstärke s. Rask und Alsberg (191).

Anwendung. Als »grüne« (ungetrocknete) Stärke kommt Weizenstärke im Handel nicht vor. Die gewöhnliche (lufttrockene) Weizenstärke findet ausgedehnte Verwendung in der Appretur von Geweben, zum Stärken der Wäsche, zum Leimen des Papiers, zur Druckfarbenverdickung usw. Sie findet medizinische Verwendung und erscheint in allen Pharmakopöen entweder als Amylum (Brit., Graec., Ital. usw.) oder als Amylum tritici (Austr. Germ.).

Glanzstärke, die zur Appretur von Wäsche usw. verwandt wird, enthält neben Stärke einige Prozente Stearinsäure oder ähnliche Fettsubstanzen; z. B. Walrat und Borax. Glanzstärke wird auch aus anderen Stärkesorten (Reis, Mais usw.) bereitet.

2. Reisstärke.

Die Reisstärke wird in England in außerordentlich großen Mengen gewonnen. Sie spielt dort im Haushalt und in der Industrie etwa die Rolle, die auf dem Kontinent der Weizenstärke zufällt. Das Rohmaterial zur Gewinnung der englischen Reisstärke ist vorwiegend indischer Reis, der als »Paddy« (ungeschält) nach England kommt. Seit einigen Jahrzehnten werden auch auf dem Kontinent (Belgien, Frankreich, Deutschland, Österreich, Italien) bereits große Mengen von Reisstärke erzeugt, besonders aus billigem Bruchreis, von dem 100 Teile etwa 80 Teile Stärke ergeben, und zwar etwa 75% Prima- und etwa 5% Sekundastärke.

Hoffmanns Fabrik in Salzuflen stellt jährlich etwa 15—20 000 Tonnen Reisstärke her [Ost (171)], die Erzeugung von Reisstärke betrug in Deutschland im Jahre 1911 256 000 Doppelzentner [Ost (171)].

Über die Entwicklung der deutschen Reisstärkeindustrie siehe van der Borght (23); über Reis, Geschichte, Kultur, Bedeutung für Wirtschaft und Handel siehe Bachmann (11). Über Erzeugung von Reisstärke siehe oben Gesagtes, ebenso über die Reaktionen der käuflichen Reisstärke. Die Rohstärke wird häufig durch Chlorpräparate gebleicht oder der vielfach etwas gelbliche Ton wird durch Zusatz einer Spur von Ultramarin verdeckt. — In den Eigenschaften kommt die Reisstärke der Weizenstärke nahe. Die ordinären Sorten der englischen Reisstärke haben eine gelbliche Farbe. Die feinsten Sorten sind blendend weiß, übertreffen an Feinheit und Weiße die besten Weizenstärkesorten und sind deshalb für Appretur feinster Gewebe diesen vorzuziehen [Gintl (83)]. Reisstärke ist unter den Puderstärken die wichtigste (»poudre de riz«). Ordinäre Reisstärke kommt in Form eines gröblichen Pulvers, feine in Form von unregelmäßigen Stengeln (Strahlenstärke) in den Handel.

Dem freien Auge erscheint die Reisstärke gleich der Weizenstärke als ein gleichmäßiges Mehl, mit weiter nicht unterscheidbaren Körnern. Selbst mit Zuhilfenahme einer scharfen Lupe läßt sie keine Körnchen erkennen. Diese und die oben bei Weizen- und Kartoffelstärke mitgeteilten Beobachtungen lehren, daß man die drei wichtigsten Stärkesorten des Handels, nämlich Kartoffel-, Weizen- und Reisstärke dadurch unterscheiden kann, daß erstere schon mit freiem Auge, die zweite mit einer scharfen Lupe, die letzte nicht einmal mit dieser Körner erkennen läßt.

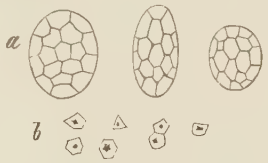


Abb. 19.
a zusammengesetzte Stärkekörner aus dem Reiskorn. *b* einfache und Bruchkörner. 400 : 1.

Zur sicheren Unterscheidung der Reisstärke von allen übrigen Stärkesorten des Handels muß man das Mikroskop zu Hilfe nehmen.

Im stärkeführenden Gewebe des Reiskornes, dessen Zellen dichtgedrängt mit Stärke erfüllt sind und nur sehr kleine Mengen von Kleber und anderen Pflanzenbestandteilen enthalten, treten, wie auch schon oben angeführt wurde, zweierlei Stärkekörner auf, nämlich zusammengesetzte und einfache (Abb. 19). Erstere sind eiförmig, ihr größter Durchmesser beträgt 18—36, meist 22 μ; sie bestehen aus 2—100 Teilkörnern, die zumeist polyedrisch sind, im Mikroskop meist fünf- bis sechsseitig, seltener drei- oder viereckig erscheinen und an Stelle

des Kernes eine rundliche oder polyedrische, manchmal sternförmige Höhlung besitzen. Einzelne Teilkörner, jene nämlich, die ein zusammengesetztes Korn von außen begrenzen, sind an einer Seite mit einer schwach gekrümmten Fläche versehen. Der Durchmesser der Teilkörner liegt zwischen 3 und 7 μ; meist beträgt er nahezu 5 μ. Über die Dimensionen dieser Stärkekörner siehe Tschirch (223). Direkt lassen die Körner keine Schichtung erkennen, wohl aber wird eine solche durch verdünnte Chromsäure hervorgerufen. Die einfachen Körner stimmen in jeder Beziehung mit den Teilkörnern überein.

In der Reisstärke des Handels sind die zusammengesetzten Körner nicht mehr nachweisbar, sie sind hier stets in die Teilkörner zerlegt. Im Reismehl hingegen kommen noch Zellen und selbst ganze Gewebsstücke vor; hier treten die einfachen und zusammengesetzten Stärkekörner im unverletzten Zustand auf. Die Reisstärke bildet, im Mikroskop gesehen, eine aus gleichartigen, eckigen Körnchen bestehende Masse, Teilkörner und einfache Körner sind hier nicht mehr unterscheidbar. Der Wassergehalt der Reisstärke soll nach dem deutschen Arzneibuch, V. Ausgabe, nicht mehr als 12% betragen, der Verbrennungsrückstand nicht mehr als 1%. Über Verkleisterungstemperatur von Weizenstärke siehe Herter und Meyer (109).

Von allen Stärkesorten zeigt die, jedoch nur selten dargestellte, Haferstärke mit der Reisstärke die größte Ähnlichkeit. Hafermehl ist wohl von Reismehl auf den ersten Blick mikroskopisch zu unterscheiden, indem im ersteren die Stärke hauptsächlich in Form zusammengesetzter Körner auftritt, im letzteren dagegen die einfachen vorherrschen. Die Haferstärke besteht jedoch, wie die Reisstärke, fast nur aus gleichartigen eckigen Körnern, nämlich aus isolierten Teilkörnern, die nicht nur untereinander ziemlich gleichartig sind, sondern sich von den einzelnen Körnern der Reisstärke nur durch genaue Messung unterscheiden lassen. Die Teilkörner der Haferstärke messen 3—11, meist nahezu 8 μ. Die einfachen Stärkekörnchen des Hafers sind allerdings etwas anders gestaltet wie die Teilkörner [Wiesner (239, 4)], sie treten aber in so geringer Menge auf, daß sie sich zur Unterscheidung der Haferstärke von anderen Stärkesorten nicht eignen.

3. Maisstärke.

Seit dem Anfange der sechziger Jahre kommt eine feine, dem Arrowroot gleichwertige Stärkesorte aus Nordamerika unter dem Namen »Maizena« zu uns, die nichts anderes als reine Maisstärke ist. In Nordamerika wird schon seit längerer Zeit außer dieser feinen, zur Herstellung von feinen Gebäcken dienlichen Stärke noch eine gemeine Nutzstärke dargestellt, die aber nicht auf den europäischen Markt kommt. Die Fabrikation der Maisstärke (»corn starch«) wird in Amerika in großartigstem Maßstabe betrieben.

Die größte Maisstärkefabrik, Argo bei Chikago, verarbeitete 1912 täglich 1150 Tonnen Mais. Die Gesamtproduktion der Vereinigten Staaten an Maisstärke betrug in den letzten Jahren etwa 2 800 000 Doppelzentner jährlich. Deutschland erzeugte 1911 in 15 Fabriken 142 000 Doppelzentner Maisstärke [Ost (171)]. Nicht nur in stark maisbauenden Ländern, wie Ungarn, sondern auch in England und Schottland [v. Höhnel (114, 7)] wird aus dieser Getreideart eine beträchtliche Menge von gemeiner Stärke erzeugt, die im Äußeren mit der Weizenstärke übereinstimmt und häufig als Weizenstärke verkauft wird. In einigen Eigenschaften kommt die Maisstärke der Weizenstärke nahe, zeichnet sich vor ihr aber durch zwei Eigentümlichkeiten aus, daß ihr Kleister ein größeres Steifungsvermögen hat und daß sie leichter in Traubenzucker übergeführt werden kann. Die feine Appretur, die die schönsten Weizenstärkesorten den Geweben verleihen, scheint die Maisstärke dagegen nicht geben zu können.

Die Maisstärke erscheint im Handel als ziemlich rein weißes Pulver oder in Form von Brocken, an denen man mit starker Lupe die Körnchen eben wahrnimmt.

Die Angaben über die Dimensionen der Maisstärkekörner stimmen nicht völlig überein. Der Grund hierfür liegt gewiß in dem Umstande, daß verschiedene Maisvarietäten, welche nicht nur im Äußeren,

sondern auch in den Dimensionen der Körnchen Verschiedenheiten darbieten, zur Darstellung von Stärke dienen.

M. Hock (113) hat gefunden, daß die ältere Angabe, die Stärkekörner des mehligen Teiles eines Maiskornes seien stets größer als die des hornigen Teiles, nicht allgemein richtig ist, daß nämlich auch der umgekehrte Fall eintritt, und daß in der Tat die Stärkekörner verschiedener Maissorten eine — allerdings innerhalb enger Grenzen liegende — Verschiedenartigkeit in der Größe erkennen lassen, wie folgende Daten lehren:

		Grenzwerte	Häuf. Werte
Gelber, gemeiner Mais aus Ungarn	mehliger Teil	11,0—23,1 μ	19 μ
	horniger „	14,7—25,2 „	20 „
Gelber Mais aus Neusüdwales	mehliger „	11,7—21,0 „	17 „
	horniger „	12,6—18,9 „	15 „
Pferdezahnmais aus Neusüdwales	mehliger „	10,5—20,1 „	16 „
	horniger „	12,0—24,0 „	18 „
Violetter Mais aus Nordamerika	mehliger „	12,6—25,0 „	18 „
	horniger „	8,4—31,5 „	16 „
Bräunlicher Mais aus Nordamerika	mehliger „	12,6—23,1 „	16 „
	horniger „	8,4—21,0 „	16 „

Diese Beobachtungen lehren, daß die Maisstärkekörnchen einen Durchmesser von 8,4—31,5 μ haben und daß ihre häufigste Größe sich zwischen 15—20 μ bewegt.

Über die Dimensionen der Maisstärkekörner siehe Tschirch (223), wo die Messungen verschiedener Beobachter verglichen werden. Diese Daten beziehen sich auf die Stärkekörnchen, welche die käufliche Maisstärke bilden. Diese sind fast durchgängig einfache Körner von polyedrischem oder rundlichem Umriß (Abb. 20). Im hornigen Teile des Maiskorns treten nur polyedrische, im mehligen Teil auch abgerundete Körner auf. Außer den einfachen Stärkekörnchen treten, und zwar im mehligen Teile des Maiskornes, auch komponierte Körnchen auf, die sich aus 2—11 Teilkörnern zusammensetzen.

Im frischen Gewebe sind alle Stärkekörnchen des Mais mit einem großen rundlichen Kern versehen, der im trockenen Korne durch eine lufterfüllte Höhle ersetzt wird, von der häufig radiale Risse auslaufen. Schichten hat Wiesner direkt nie wahrgenommen; sie sollen nach Nägeli (166) manchmal zu sehen sein. Behandelt man mit Chromsäure, so heben sich vom Umfange jedes Kornes eine, seltener zwei bis drei Schichten ab, während die ungeschichtet bleibende Innensubstanz eine radiale Streifung annimmt.

Die Maisstärke ist für Amerika die wichtigste Stärkeart. Sie wird allenthalben so wie Weizenstärke verwendet, dient aber als »Maizena«, »Patent corn flower«, »Mondamin« usw. vielfach zur Herstellung von Nahrungs- und Genußmitteln (Biskuits usw.), ferner wird sie zur Druckfarbenverdickung in der Textilindustrie viel gebraucht. Eine amerikanische Firma bringt Seifen verschiedenster Handelssorten, die Maisstärke enthalten,

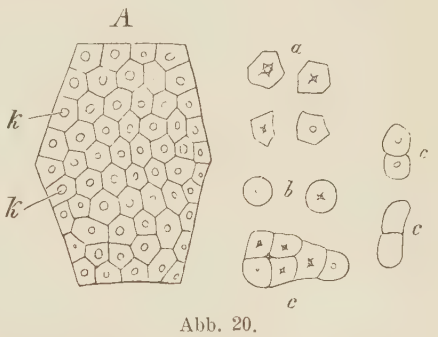


Abb. 20.
A stärkeführende Zellen aus dem hornigen Teile des Maiskornes. *k k* Kerne der Stärkekörner. *a* Stärkekörner aus dem hornigen, *b* aus dem mehligen Teile des Maiskornes. *c c* zusammengesetzte Stärkekörner. 300 : 1.

in den Handel. (Chemiker-Zeitung 46, 1922, S. 412.) Der amerikanische »Perlsago« des Handels besteht aus reiner Maisstärke. Über den chemischen Nachweis der Maisstärke siehe Fricke und Lünning (77). Analysen von Mais verschiedenster Herkunft und Maisstärke siehe König (133).

4. Sago.

Zahlreiche Palmen sammeln im Mark ihrer Stämme so große Mengen von Stärke an, daß man daraus in den Heimatländern dieser Gewächse seit alter Zeit

Mehl oder Stärke herstellt und namentlich die Stärke in halb verkleistertem Zustande als Nahrungsmittel (Sago) verwendet.

Das Wort »Sago« (im Malaiischen soviel wie Mehl oder auch Brot im weitesten Sinne) deutet auf malaiischen Ursprung dieses Nahrungsmittels.

Die größte Menge des im Handel erscheinenden Sago liefern *Metroxylon Rumphii*, der eigentliche Sagobaum der Molukken und *Metroxylon sagus*, der über den ganzen malaiischen Archipel verbreitet ist. Von geringer Bedeutung sind *Metroxylon sylvestre*, der wilde Sagobaum der Molukken, *Metroxylon longispinum* und *Metroxylon micracanthum*. *Metroxylon fariniferum* (Indien) liefert Sago in größeren Mengen; ebenfalls von geringerer Bedeutung ist der Sago von *Metroxylon inerme* (Indien), von *Arenga saccharifera* (»Sagve arèn«, Westjava), von *Caryota urens* (Ceylon, Indien), *Metroxylon elatum* (Indien, Java), *Borassus flabelliformis* (Ceylon, Indien) und *Oreodoxa oleracea* (»Kohlpalme«, Westindien). Siehe auch Semler (208, 5) und van Oijen (170). Zahlreiche Arten werden in neuerer Zeit kultiviert, z. B. *Metroxylon fariniferum* in Brasilien und Guadeloupe, *M. Rumphii* und *M. sagus* in Niederländisch-Indien und anderen Tropengegenden.

Es gibt indes auch noch zahlreiche andere Palmen und Cycadeen, welche Stärke oder Mehl liefern, die aber bisher nur von lokalem Interesse sind. Die wichtigsten dieser Gewächse wurden oben bereits genannt.

Das Haupterzeugungsgebiet des Sago ist seit Jahrhunderten Indien und der Archipel. Von besonderer Bedeutung für die in fortwährendem Steigen begriffene Sagoproduktion sind in neuester Zeit Celebes, Nordborneo und die Halbinsel Malakka geworden. Im Jahr 1911 betrug die Sagoausfuhr in Niederländisch-Indien ungefähr 1000 Tonnen. Der Export von Sagomehl und Perlsago von Singapore betrug 1908 fast 1 Million pikoels; der Wert der Ausfuhr 1906 in Dollar: 2 395 851 [van Oijen (170)]. Siehe auch Sago en Sagoprodukten. Publicaties van de Afdeeling Handel 1919, No. 2, Buitenzorg.

Früher wurde Sago nur von wild wachsenden Bäumen gewonnen. Es gehört zu den großen Fortschritten der tropischen Agrikultur, daß man die Sagopalmen in Kultur genommen hat, und so dem so schwer erträglich zu machenden Sumpfboden (z. B. auf Celebes) ein reiches Erträgnis abringt. Nach Semler erfolgt die Vermehrung der Bäume durch Wurzelausschlag. Wenn die Blattstiele vor der Blütezeit weiß werden, ist der Stärkegehalt der Palme am größten, von da an nimmt der Stärkegehalt mit zunehmender Entwicklung der Blüten und Früchte immer weiter ab. Die Stämme werden geschlagen und in 2 m lange Klötze zerlegt. Diese werden gespalten, das Mark wird herausgeschnitten und in »Flocken« geteilt oder die abgeschlagenen Stämme werden bis zur Verarbeitung feucht gehalten, man sprengt das Holz ab und raspelt das freiliegende Mark. Die dabei entstehenden Flocken werden in Holzgefäßen zu Mehl zerstoßen. Mit Wasser angerieben, treibt man die Masse durch Siebe, um sie von den Gewebebestandteilen zu befreien. Für den Versand wird die so gewonnene Stärke grob gekörnt, indem man sie noch im feuchten Zustande durch Siebe drückt oder (besonders auf Sumatra) in Zuckerbrotform bringt. Dieser Rohsago wird in großen Massen nach Singapore befördert, wo er von Chinesen in die nach Europa gelangende Handelsware (»Perlsago«) umgewandelt wird.

In den Heimatländern wird der Rohsago auch zur Bereitung von Nahrungsmitteln verwandt und kommt als Mehl (z. B. auf den Molukken) auf den Markt. Für die Eingeborenen der Südseeinseln (Kaiser-Wilhelmsland, Bismarck-Archipel) ist die Palmenstärke ein sehr wichtiges Nahrungsmittel [Adlung (4)]. Auch in Neuguinea wird sie als Nahrungsmittel viel gebraucht [Preuß (190)].

Die Darstellung des »Perlsago« beginnt mit einer Reinigung des Rohsago. Dieser wird wieder in Wasser verteilt und gewaschen, und die gereinigte Sagostärke mittels Siebvorrichtungen gekörnt. Die durch die Siebe hindurchgehenden unregelmäßigen Körner werden in Singapore durch Schütteln in Säcken, in denen ein Kreuzstock eingespannt ist, abgerundet und die Körner auf Pfannen, die mit einem vegetabilischen Fett bestrichen sind, teilweise verkleistert.

Der Sago erscheint gegenwärtig hauptsächlich (im österreichischen Handel ausschließlich) in weißen, aber auch in braunen Körnern. Die braunen Sorten, die noch in den holländischen Kolonien erzeugt werden, verdanken ihre Farbe einem Zusatz von gebranntem Zuker. Früher kaum auch ein ziegelrot gefärbter Sago im Handel vor, der, nach der rückständigen Asche zu urteilen, durch eine mineralische Substanz, angeblich »Bolerde«, gerötet wurde.

Je nach dem Erzeugungsverfahren erscheint die zur Bereitung des Sago dienende Palmenstärke in sehr verschiedenen Graden der Reinheit. Nach den älteren Verfahren wurde nur eine unreine Stärke gewonnen; sie enthielt so viel fremdartige Bestandteile (dünnwandiges Parenchym, Steinzellen, kristallführende Zellen usw.), daß Moeller mit Recht von diesem Rohmateriale sagt, es verdiene mehr den Namen eines Mehls als einer Stärke [J. Moeller (161, 2)]. Der aus solchem »Mehl« (Abb. 21) bereitete Sago war sehr reich an Rohfasern. Jetzt wird der Sago vielfach nach rationellen Methoden dargestellt, wobei schon möglichste Reindarstellung der Palmenstärke angestrebt wird. Die gegenwärtig aus den Tropen in den Handel gebrachten Sagosorten sind arm an Rohfasern und bestehen fast nur aus Stärkekörnern. Über Sagofabrikation siehe Semler (208, 3), van Oijen (170), Fortgens (75) und Heyne (112).

Die Stärkekörnchen der Sagobäume scheinen untereinander eine ziemliche Übereinstimmung zu zeigen oder doch wenigstens nach dem gleichen Typus gebaut zu sein. Wiesner war nicht in der Lage, die mikroskopische Charakteristik aller Sagostärkesorten, sondern nur derer von *Metroxylon Rumphii* (Abb. 22 u. 23), *Borassus flabelliformis* (Abb. 24), *Arenga saccharifera* und *Caryota urens* zu geben. Alle Sagosorten des europäischen Handels, welche er untersucht hat, bestanden aus ersteren und wahrscheinlich auch aus den Stärkekörnchen von *Metroxylon laeve*, welche mit denen von *Metroxylon Rumphii* übereinzustimmen scheinen. Die Stärkekörner von *Metroxylon Rumphii* sind meist echt zusammengesetzt, seltener treten Einzelkörner von 55—65 μ Durchmesser und eirunder bis ovaler Form mit

Abb. 21.
Palmenstärke, grießartiger Sago. *P* Parenchym. *st* Steinzelle. *h* Pflanzenhaar. *K d r* verschiedene Kristallformen von Kalziumoxalat. 250 : 1. (Nach Moeller.)

exzentrischem Kern auf. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus 2—3, seltener 5 Teilkörnern, von denen eins durch seine Größe auffällt. Die großen Teilkörner messen nach der Länge meist 65 μ, seltener 70 μ und darüber, die kleinen 18 μ oder darüber. Im fertigen Sago sind

Abb. 22.
Sagostärke. Stärkekörnchen von *Metroxylon Rumphii*. 300 : 1.

Abb. 23.
Stärkekörner von *Metroxylon Rumphii*. *a a* Zwillingskörner. *b* ein Drillingskorn, von welchem die zwei kleinen Körnchen sich abgelöst haben. 300 : 1.

unveränderte zusammengesetzte Stärkekörnchen nur spärlich vorhanden. Die Zusammensetzungsflächen treten an den Teilkörnern scharf hervor und geben ihnen ein sehr charakteristisches Gepräge. Sehr häufig erscheinen die Körner keilförmig zugestutzt. Dies kommt dadurch zustande, daß von einem (großen) Teilkorn eines zusammengesetzten Stärkekornes sich zwei (kleine) Teilkörner abgelöst haben (Abb. 23 *b*). Der Kern von der Zusammensetzungsfläche abgewandt, ist ausgehöhlt,

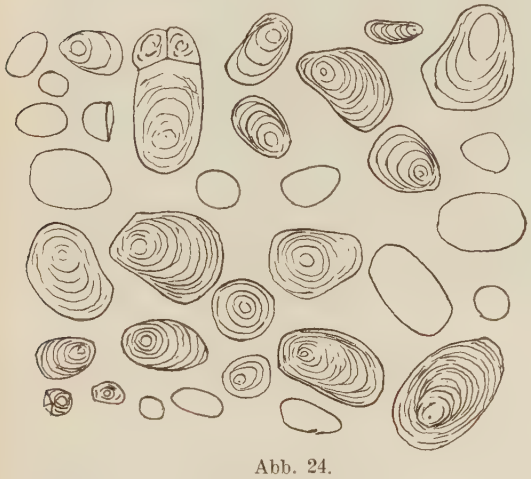


Abb. 24.
Stärke von *Borassus flabelliformis* L. (Nach Decrock.)

um ihn herum liegen, mehr oder weniger reichlich, matt konturierte Schichten. In verkleisterten Körnern erscheint die den Kern umgebende Masse homogen, in unveränderten häufig radial gestreift (Abb. 22).

Die Stärkekörnchen von *Borassus flabelliformis*, der »Palmyrapalme« (Abb. 24), die ein gelbliches Mehl bilden, sind teils einfach, teils zusammengesetzt, die einfachen herrschen vor. Die zusammengesetzten haben einen ähnlichen Bau wie die Körner der vorhergehenden Sorte. Sie bestehen gewöhnlich aus drei Teilkörnern. Die großen Teilkörner sind platt und elliptisch oder bohnenförmig, manchmal unregelmäßig knollig. Die kleinen Teilkörner erscheinen häufig mit schwach konvexer Fläche dem großen Teilkorn angelagert. Die Länge der großen Teilkörner beträgt 27—54, meist 34 μ; die Breite 14—27, meist 25 μ. Wenn ein breites Ende am Korn vorhanden ist, dann liegt an diesem der Kern, dessen Exzentrizität gewöhnlich zwischen einem Drittel und einem Viertel schwankt. Der Kern erscheint häufig strahlig [Wiesner und Hübl (246, 8)]. Nach v. Höhnel (114, 9) kommen — allerdings selten — auch reich zusammengesetzte Stärkekörnchen im Mark der Palmyrapalme vor, die aus kleinen traubig vereinigten Teilkörnern bestehen.

Über die Stärkekörnchen von *Arenga saccharifera* und den daraus in den Gebirgsgegenden Westjavas bereiteten Sago finden sich bei Flückiger (73, 5) fol-

Abb. 25.
Stärke von *Caryota urens* L. 252 : 1.

gende Mitteilungen. Die unveränderte Stärke des Baumes besitzt eine gelbliche Farbe; die Körnchen haben häufig eine Länge von 50—60 μ, sind deutlich geschichtet und genabelt (d. i. mit einem deutlichen Kern versehen); ihre Gestalt ist ziemlich wechselvoll, bald kugelig, birnförmig, eiförmig, bald gestutzt. Die abgestutzten Körner sind zweifellos Teilkörner zusammengesetzter Körner. Aus dieser Stärkesorte wird im Innern Javas fast ausschließlich der dortige Sago bereitet, dem jedoch ein gewisser Beigeschmack anhaftet. Analysen siehe König (133, 10). Die Stärkekörnchen aus dem Mark der »Kitulpalme«, *Caryota urens* (Abb. 25), sind meist einfach. Die Körner besitzen sehr variable Form, sind aber äußerst charakteristisch. Man findet sowohl rundliche wie eiförmige oder keulenförmige Körner, daneben aber unregelmäßige, bucklige, bogig gekrümmte. Der Kern ist gut sichtbar, meist spaltenförmig, mit zahlreichen nach allen Seiten ausstrahlenden Rissen. Die Schichtung ist

deutlich sichtbar und exzentrisch. Einige Körner sind nur 5—12 μ lang. Die häufigste Größe bewegt sich zwischen 50 bis 70 μ, seltener kommen Körner von 150 μ und mehr Durchmesser vor. Siehe auch König (132, 10), Decrock (47) und Planchon und Juillet (186).

Außer dem hier abgehandelten »indischen« unterscheidet man im Handel noch »brasilianischen« und »inländischen Sago«.

In der Form stimmen diese beiden Sagosorten mit dem indischen überein. Gleich diesem bestehen die Körner zum Teil aus verkleisterten, zum Teil aus unveränderten Stärkekörnern. Der »brasilianische Sago« wird aus der Stärkesorte bereitet, die zur Darstellung von »Tapioka« dient (siehe diese). Der »inländische Sago« (»sagou français« des französischen Handels) wird aus Kartoffelstärke dargestellt, daher denn auch der Name »Kartoffelsago« (auch »Kartoffelgraupen« genannt); siehe Saare (204, 7).

Die Bereitung des »inländischen Sago« geschieht nach vervollkommneten Methoden, die teilweise Verkleisterung erfolgt durch Anwendung von überhitztem Wasserdampf, die Kornbildung durch Pressung der feuchten Stärke durch Siebe und später unter Benutzung rotierender Trommeln.

5. Die Stärke von Colocasia antiquorum Schott = (Arum esculentum L.).

Die in Westindien, Afrika, Ostindien, Japan, auf den polynesischen Inseln und auch sonst noch in den Tropen aus den Knollen von *Colocasia antiquorum* dargestellte Stärke hat man »fécule de chou choute« oder »fécule de chou caraibe«, auch »fécule de chou-tarô« genannt.

Einheimische Namen sind: In Asien »Taro«, in Ostafrika »eddo« oder »eddoas kalo«, auf Jap »Lak« oder »Lei«, in Japan »Tonoimo« oder »Satoimo«, in Kamerun »makabo«, in Guatemala »quiquisque«, auf den französischen Antillen »madère«, auf den englischen »tannia« oder »coco«. Weitere Vulgärnamen siehe Engler (63, 2).

Die Knollen obiger Pflanze und ihrer Varietäten bilden ein wichtiges Nahrungsmittel der Südseeinsulaner und der Eingeborenen Westafrikas. Die Pflanze wird ihrer stärkereichen Knollen halber in den Tropen vielfach kultiviert, unter anderm auch im früheren Deutsch-Ostafrika, aber bisher nur in geringer Menge angepflanzt [Adlung (4 und 6)]. Analyse der Colocasiaknolle siehe Adlung (4), Engler (63, 2) und König (133, 11).

Die Colocasiastärke ist in Farbe und Feinheit tadellos.

Die Stärkekörnchen sind durchweg zusammengesetzt und bestehen aus 2—10 ungleich großen und unregelmäßig gestellten Teilkörnern, welche an den Zusammensetzungsflächen von ebenen, an den freien Enden von gekrümmten Flächen begrenzt sind. Die Größe der Teilkörner ist sehr wechselnd; der größte Durchmesser schwankt zwischen 3—27 μ, meist zwischen 13 bis 20 μ. Nach Vogl (228) haben die kleinsten Stärkekörnchen von *Colocasia antiquorum* einen Durchmesser von 1,5—3, die größten von 21 μ. Schichten sind direkt entweder gar nicht oder nur undeutlich zu sehen. Der Kern dagegen ist stets gut sichtbar und häufig durch radiale Risse markiert. An allen nicht isometrischen Körnern ist er schwach exzentrisch angeordnet. Es ist bemerkenswert, daß der Kern im Gegensatz zu anderer Stärke beim Liegen des Korns in Glyzerin hell erscheint und in Wasser noch deutlicher als in diesem Reagens hervortritt. Chromsäure ruft in den Körnern keine deutlichere Schichtung, wohl aber Radialstreifung hervor. Das Polarisationskreuz erscheint scharf. Siehe auch Wehmer (233, 7), Engler-Prantl (66, 4); Hammerstein (93). Über Kultur und Verbreitung von *Colocasia antiquorum* siehe Engler (63, 2). Über Anbau und Verwertung des »Taro« in Japan siehe Spann (211).

6. Stärke der Kaiserkrone.

Die Kaiserkrone, *Fritillaria imperialis*, ist in Persien und Afghanistan heimisch. Seit langer Zeit wird sie in Gärten kultiviert. Früher war die Zwiebel als »Bulbus coronae imperialis« offizinell. Im frischen Zustand angeblich giftig, ist sie gekocht genießbar [Engler-Prantl (66, 9)]. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde die Kaiserkrone in größerem Maßstabe zwecks Stärkegewinnung kultiviert. Über die Kultur dieser Pflanze siehe

Sucker (215). Die Zwiebeln enthalten 68% Wasser und 23% Stärke. Sie werden jedes zweite Jahr geerntet, wobei man einen Stärkeertrag von 6300 kg pro Hektar erhält. Die Stärkegewinnung erfolgt in derselben Weise wie bei der Kartoffel [v. Höhnel (114, 10)].

Nach den eingehenden mikroskopischen Untersuchungen, die Emma Ott (172) über die Stärke der *Fritillaria imperialis* angestellt hat, besteht diese Amylumsorte der Hauptmasse nach aus einfachen Körnern (Abb. 26). Vereinzelt finden sich auch kleine, zusammengesetzte Körner, die aus zwei bis drei,

Abb. 26.
Stärkekörner aus der Zwiebel der Kaiserkrone. (Nach Emma Ott.) 300 : 1.

selten mehr Teilkörnern bestehen. Die einfachen Körner lassen sich auf folgende vier durch Übergänge verbundene Typen zurückführen: 1. muschelförmig, am Kernende zugespitzt; 2. oval dreieckig bis rundlich dreieckig, mit Kern am schmalen Ende; 3. bohnenförmig, mit Kern an der konkaven Seite; 4. kleinkugelige, konzentrisch gebaute Körner. Schichten vereinzelt, aber an den großen Körnern im frischen Zustande besonders deutlich. Exzentrizität der großen Körner $^1/_3$—$^1/_9$, meist $^1/_6$—$^1/_7$. Länge der muschel- und bohnenförmigen Körner 32—71 μ, Breite 27 bis 55 μ. Größe der kugeligen Körner von 9—17 μ.

Die Verkleisterung beginnt zwischen 60 und 62°, ist bei 77,8° zum größten Teil, bei 79° ganz vollendet.

Soviel bekannt, liegt außer der obengenannten keine andere mikroskopische Untersuchung dieser Stärkeart vor. Nägeli (166, 5) hat die Stärkekörner von *Fritillaria meleagris* beschrieben.

7. Tacca-Stärkemehl.

Tacca pinnatifida Forst. ist eine zwischen den Wendekreisen (Inseln des Stillen Ozeans, Mauritius, Seychellen, Indien, Ceylon, trop. Afrika) häufig kultivierte Pflanze, als deren Heimat man die Inseln des Indischen und Stillen Ozeans betrachtet. Durch Kultur werden die ursprünglich bitteren Wurzelknollen, die 300 bis 1000 Gramm schwer sind, milde und fleischig, enthalten eine große Menge von Stärke (bis 30 %) und dienen dann zur Erzeugung eines Brotmehles, aber auch schon seit längerer Zeit zur Darstellung eines aus Brasilien und Tahiti in den Handel kommenden Stärkemehls, dem

Abb. 27.
Taccastärke (*Tacca pinnatifida* Forst.) 682 : 1.

man die Namen »Arrowroot von Tahiti«, auch »Williams Arrowroot« oder »fécule de Pia« (nach der Südseeinsel Pia benannt) oder »Tavilostärke« gegeben hat. Nach Tschirch (222, 5) führt sie auch den Namen »fécule de Kabija«. Im Handel der Südsee spielt diese Stärke eine nicht unbedeutende Rolle, wenngleich nur wenig davon nach Europa gebracht wird. Tahiti erzeugt nur wenig Stärke, ist aber der Mittelpunkt des Handels mit diesem Produkte, das vornehmlich von der Inselgruppe Raiateha Huahine, Bora-Bora und Maupiti kommt. Nach Zimmermann wird Taccastärke in Daressalam zum Stärken der Wäsche gebraucht.

Die Stärke dieser Pflanze (Abb. 27) soll einen unangenehmen Geruch haben. Einige Proben von Taccastärkemehl aus dem Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, welche untersucht wurden, waren völlig geruchlos, ferner fein und rein weiß. Die trockenen Knollen der Pflanze haben

einen etwas unangenehmen Geruch und so ist es ganz gut möglich, daß eine nicht sorgfältig bereitete Taccastärke unangenehm riecht. Die Stärkekörnchen [siehe auch Wiesner und Hübl (246, 9)] dieser Amylumsorte sind teils einfach, teils zusammengesetzt; letztere herrschen weitaus vor. Die einfachen Körner zeigen elliptische, eiförmige bis birnförmige, manchmal keulenförmige, niemals kugelige Gestalten. Die zusammengesetzten Körner, aus 2—5 Teilkörnern bestehend, sind im Stärkemehl fast immer nur in Bruchstücken vorhanden. Die Teilkörner haben teils eine regelmäßig polyedrische, teils halbkugelförmige Gestalt. Die größten einfachen Körner messen 45—80 μ. Die größten Teilkörner stehen gegen die größten Einzelkörner an Größe etwas zurück. Einfache und Teilkörner zeigen meist nur einen Durchmesser von 26 μ. Der Kern ist, stets deutlich, als dunkler Punkt, als eine feinstrahlige, kugelige oder polyedrische Höhlung oder meist als feinstrahliger Spalt erkennbar. Die Exzentrizität des Kernes ist nur gering. Die Schichtung tritt stets klar hervor; nie sind jedoch an einem Korne zahlreiche Schichten, sondern nur einige wenige zu unterscheiden. Durch Chromsäure werden diese Zonen in feine Schichten zerlegt und nehmen eine radiale Streifung an. Das Polarisationskreuz ist schon bei mittleren Vergrößerungen gut wahrnehmbar. Über Kultur, Verbreitung usw. von *Tacca pinnatifida* siehe Zimmermann (256), Eismann (60), Heyne (112, 1). Analysen siehe Wohltmann (250), Lommel (147), König (133, 3).

8. Dioscoreenstärke.

Dioscorea ist ein artenreiches Genus der Familie der Dioscoreaceen. Man zählt gegenwärtig 500 zum Teil noch nicht genügend charakterisierte Spezies. Zahlreiche Arten bilden Knollen aus, die, ihres hohen Gehaltes an Kohlenhydraten halber, gute, stark verwendete Nahrungsmittel bilden. Zahlreiche Arten werden in den Tropen kultiviert. Die amerikanischen Benennungen für Dioscorea-Arten, »Yam«, »Igname« oder »Inhame« sind zu Handelsbezeichnungen für die Knollen aller handelsüblichen Arten geworden. Nach R. Knuth (124) ist »Aloo« in Ostindien der für die Dioscoreen gebräuchlichste Name; durch Vorsetzen eines besonderen Wortes werden die einzelnen Arten unterschieden. *Dioscorea alata* heißt z. B. »Kam-Aloo«. In China wird die häufig kultivierte *D. batatas* »Sain-In« genannt. *D. alata* im pazifischen Gebiet »Ubi«. Nach Eberhardt und Bloch in König (133) enthalten Yamswurzeln aus Annam und Tonkin dort »Cú-ô-rông«, »Cútia-tào«, »Cú-câm«, »Cú-côt-giâu«, »Cúcai-mó«, »Cú-mái« genannt und wahrscheinlich von *Dioscorea alata* L., *D. cirrhosa* Lour., *D. oppositifolia* L. und Varietäten derselben abstammend, etwa 81,5 bis 88,5 % Stärke in der Trockensubstanz; Yamsarten aus Japan hat *Adlung* in König (133) untersucht, sie heißen dort »Doog«, »Dall« und »Doll« und stammen sehr wahrscheinlich von *Dioscorea batatas* Decne. Yamsknollen aus Westindien (»Doyly yam«, »Tobago yam« von *Dioscorea batatas* Decne) enthalten nach Analysen des Kolonialmuseums in Haarlem [König (133)] in der Trockensubstanz 75,58 bzw. 79,7% Kohlenhydrate.

Eine Aufzählung der zahlreichen einheimischen Namen der in Afrika und auf den pazifischen Inseln kultivierten Dioscoreen gibt R. Knuth. Die Tabelle auf S. 1974 von R. Knuth (124) zeigt die Verbreitung der wichtigsten Kulturarten.

Die Knollen der kultivierten Arten erreichen häufig ein Gewicht von 15—18 kg, nach Tschirch bis 50 kg. Unter diesen befinden sich einige, die zur Stärkegewinnung sehr geeignet, andere hingegen, die für diese Zwecke gänzlich ungeeignet sind. Die Knollen einiger Dioscoreenspezies sind gefärbt und liefern eine gefärbte Stärke. Diese gelb (»Igname pognon rouge«) oder rot bis mattpfirsichblührot (»Igname indien rouge«) gefärbten Stärkearten, welche als Handelsartikel wohl kaum eine Zukunft haben, erscheinen auf Weltausstellungen neben der weißen Yams-Stärke. Über die Kennzeichen dieser gefärbten Stärkesorten siehe Wiesner und Hübl (246, 10).

Die von Wiesner untersuchte weiße Dioscoreenstärke (»Arrowroot von Guayana«, in Brasilien »Farina de Cara« genannt — nach Peckolt ist »Cara« der in Brasilien gebrauchte Name der kultivierten Dioscoreenarten) ist mit Gewebs-

	D. batatas	*D. esculenta*	*D. abyssinica*	*D. occidentalis*	*D. cayenensis*	*D. Liebrechtsiana*	*D. minutiflora*	*D. rotundata*	*D. triphylla var. dumetorum*	*D. bulbifera*	*D. alata*
Große Antillen				+	+				+	+	+
Kleine Antillen				+	+				+	+	+
Französisch Guayana					+					+	+
Tropisches Westafrika			+		+	+	+	+	+	+	+
Deutsch-Ostafrika			+						+	+	+
Madagascar										+	+
Vorderindien		+								+	+
Hinterindien		+								+	+
Große Sundainseln		+								+	+
Neuguinea		+								+	+
Philippinen		+								+	+
Polynesien		+								+	+
Tongking		+								+	+
China	+									+	
Japan	+										

bestandteilen durchsetzt, bildet ein etwas gelbliches Pulver von schwachem Geruch und mildem, milchähnlichem Geschmack. Durch Waschen und mehrmaliges Absetzenlassen kann dieses Produkt gereinigt werden.

Die Stärke aller Dioscoreenarten (Abb. 28) ist übereinstimmend gebaut. Das

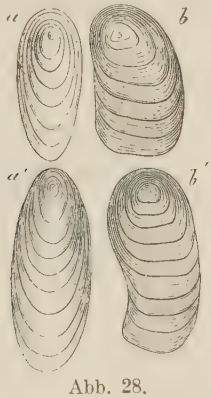


Abb. 28.
Stärkekörner aus den Knollen von *Dioscorea alata*. *a a'* von der Seite. *b b'* von der Fläche. 300 : 1.

Korn zeigt ovalen Umriß, der Kern ist stark exzentrisch gelagert und die aus zahlreichen parallelen Ringen oder Ellipsen sich zusammensetzenden Schichten sind deutlich erkennbar. Die von Wiesner untersuchte weiße Dioscoreenstärke von Guayana setzt sich aus einfachen Körnern zusammen, welche, mit stärkeren Vergrößerungen betrachtet, ein sehr reich entwickeltes Schichtensystem erkennen lassen. Von der Fläche gesehen zeigen diese Stärkekörner eine meist etwas unregelmäßige ovale Kontur. Das eine Ende jedes Korns hat eine halbkugelförmige oder parabolische, das entgegengesetzte gewöhnlich eine keilförmige Gestalt. Hierdurch gewinnen diese Stärkekörner ein höchst charakteristisches Gepräge. Der Längsdurchmesser der Körner liegt zwischen 14—82 μ, meist zwischen 31—45 μ. Die Breite der Körner beträgt gewöhnlich $^1/_2$—$^1/_3$ der Länge. Kern und Schichten treten in Wasser scharf, in Glyzerin weniger deutlich hervor. Die Exzentrizität des Korns beträgt $^1/_5$—$^1/_7$. Durch Chromsäure tritt die Schichtung noch deutlicher hervor. Gleichzeitig erscheinen die Schichten von radialen Streifen durchsetzt. Das Polarisationskreuz ist deutlich wahrnehmbar. Über Stärke von *Dioscorea alata* L. siehe Payen (181), Nägeli (166, 6), Wiesner und Hübl (246, 10) Decrock (47), König (132, 5). Über die Stärke von *D. batatas* Decne vgl. Decrock (47), über die von *D. alata* L., *D. arifida* L., *D. eburnea* Lour., Planchon und Juillet (186).

D. alata wird neben *D. dumetorum* (*D. triphylla var. dumetorum* [Kunth] R. Knuth!) auch in Kamerun kultiviert; die Knollen dienen nur als Nahrungsmittel, nicht aber zur Stärkebereitung. Über die Stärke von *Dioscorea villosa* L. siehe Bastin (14). Daselbst auch die Beschreibung zahlreicher anderer Stärke-

arten. Siehe auch Vines y Noguer (226). Daselbst über die Stärke von *Dioscorea alata* L. und Cliffortiana (*D. bulbifera* L.!).

Über die Zusammensetzung der Knolle von *D. bulbifera* L. siehe Moser (162). Über die Kultur und geographische Verbreitung der Dioscoreaceen siehe R. Knuth (124). Burkill (30) bringt zahlreiche orientalische einheimische Namen der Gattung Dioscorea.

9. Bananenstärke.

Musa paradisiaca L., der »Pisang« oder »Plantain«, gehört zu den allerwichtigsten Kulturpflanzen. Die Verwendung der Früchte ist uralt, die Bezeichnungen »pala« oder »bala« und »Kila«, die noch heute an der Malabarküste gebraucht werden, stammen aus dem Sanskrit. Die Kenntnis der Banane gelangte zuerst durch die Berichte über den Zug Alexanders des Großen nach Indien in die altweltliche Literatur [Schumann (206)].

Die Banane wird in zahlreichen Arten kultiviert, besonders *Musa paradisiaca* L. (die Obstbanane) und *M. paradisiaca var. sapientum* (L.) O. Ktze (die Mehlbanane). Andere kultivierte Arten sind *M. acuminata* Colla (Malesien) und *M. Cavendishii* Lamb., ferner die »chinesische Banane«, aus kühleren Gegenden, *M. Fehi* Vieill. (Tahiti, Neukaledonien). In der Regel finden nur die reifen Früchte (Bananen) als Nahrungs- und Genußmittel eine ungemein ausgedehnte Verwendung. In einigen Gebieten, besonders in Französisch- und Britisch-Guayana, in Brasilien, auf Jamaika und Kuba, in Mexiko, Indien, Queensland und vielen anderen tropischen Gegenden wird die Frucht auch zur Stärkegewinnung benutzt. Mehl und Stärke werden besonders in den Vereinigten Staaten geschätzt und in erheblicher Menge verbraucht. Handelsbezeichnungen sind: »Congutae« (Surinam), »Bananina« (Java), »Musarina« (Venezuela), »Coquintay«, auch »Fou-Fou« (Jamaika), »Plantainmehl« (Guayana) [Zagordsky (251)]. Wo immer die Pflanze kultiviert wird, ließe sich aus der Frucht Stärkemehl gewinnen. Zur Stärkegewinnung kann jedoch die reife Frucht nicht benutzt werden, da in ihr die aus den Blättern eingewanderte Stärke bereits in Zucker umgewandelt ist, sondern nur die unreife Frucht. Die Gewinnung der Bananenstärke nimmt in neuerer Zeit immer größere Ausdehnung an.

Die unreife Frucht wird geschält, an der Sonne getrocknet, vermahlen und die zerkleinerte Masse gesiebt. Auf diese Weise wird ein Mehl von angenehmem Geruch und Geschmack erhalten, welches als »Coquintay« in den Handel gebracht, aber auch in den Heimatländern, unter anderm auch in Guayana als Nahrungsmittel benutzt wird. England importiert bereits größere Mengen des Mehls. Der Verbrauch in Deutschland ist noch gering.

Aus dem angenehm teeartig riechenden, einige Prozente Eiweißkörper enthaltenden Mehl läßt sich leicht durch Ausschwemmen mit Wasser und Schlämmen Stärke gewinnen. Die Kolonisten empfehlen die Reindarstellung der Bananenstärke an Ort und Stelle nicht, sondern halten es für zweckmäßiger, das gut getrocknete Mehl zu versenden und die Abscheidung des Stärkemehls den europäischen Fabriken zu überlassen. Die Anpflanzungen der Bananen liefern eine so große Menge von Mehl, daß der Export des letzteren sich auch dann noch lohnen würde, wenn sich der Kaufpreis des Amylums nur halb so hoch als der des »Arrowroots« stellen würde.

Das Bananenmehl wird als Nährmittel für Kinder und Kranke empfohlen, ist aber zurzeit noch recht teuer und wird daher nur wenig verwendet.

Der Ertrag des mit Bananen bepflanzten Bodens ist ungemein überschätzt worden. Nach einer vorsichtigen Berechnung verhält sich der Ertrag an Kartoffeln (bei uns) zu dem an Bananen (in den Tropen) für die gleiche Bodenfläche wie 1 : 3,5 [Semler (208, 8)].

Das Bananenmehl hat eine schwach rötliche Farbe, einen angenehmen Geruch und einen milden, etwas süßlichen Geschmack. Es besteht mikroskopisch fast ganz aus Stärke. Daneben treten aber auch zerrissene Zellwände und kleine Gewebsstücke, ferner Spuren von eingetrocknetem, körnigem Plasma und von Kalziumoxalatkristallen (Raphiden) auf. Das hieraus dargestellte Amylum ist fein und rein weiß. Hanausek (94) hat im Bananenmehl auch bis 50 μ breite Spiroiden, lange

Bastfasern und noch andere Bestandteile der Gefäßbündel der Frucht aufgefunden.

Die Stärkekörnchen von *Musa paradisiaca* wurden zuerst von Crüger (43), zuletzt eingehend von Wiesner und J. Hübl [Wiesner (246, 12)] untersucht. Die Körnchen (Abb. 29) sind meist einfach und haben kugelige, flaschen-, keulen- oder stabförmige Gestalten. Das Verhältnis der Länge der Körner zur Breite wechselt von 1 : 1 bis 1 : 6. Der Dickendurchmesser der Körner ist relativ klein, da sie stets abgeplattet

Abb. 29.
Körnchen der Bananenstärke von *Musa paradisiaca*. *a a'* von der Seite, *b b'* von der Fläche. 300 : 1.

sind. Der längste Durchmesser beträgt meist 24—48 μ, doch sinkt seine Größe bis 7 und steigt bis 58 μ. Ganz vereinzelt treten in der Peripherie des stärkehaltigen Fruchtgewebes lange, fast stabförmige Stärkekörnchen auf [Crüger (43)], die eine Länge bis zu 92 μ erreichen. Die Schichtung ist stets scharf ausgesprochen und reich entwickelt. Der Kern ist immer deutlich wahrnehmbar und erscheint, wenn das Korn im Wasser liegt, als heller Körper entweder am schmalen oder am breiten Ende des Kornes. Manchmal ziehen durch den Kern zwei sich schief durchkreuzende Sprunglinien. Die Exzentrizität des Kerns ist beträchtlich; sie steigt bis $^1/_{11}$, meist liegt sie zwischen $^1/_5$ und $^1/_8$. Auf Zusatz von Chromsäure treten die Schichten noch deutlicher hervor und auch eine zonenweise abgegrenzte Radialstreifung tritt hervor. Das Polarisationskreuz erscheint schon bei schwachen Vergrößerungen mit großer Deutlichkeit. Über Verbreitung, Kultur, Nutzen, Analyse der Bananen siehe Zagordsky (251), Rung (202), ferner Costenoble (40), Ruschmann (203), Koschny (137) und de Wildeman (247). Über Bananenstärke siehe Hanausek (94). Über polarimetrische Bestimmung der Bananenstärke siehe Baumert (16).

10. Westindisches Arrowroot.

Unter »Arrowroot« versteht man meist aus knolligen Wurzelstöcken tropischer und subtropischer Pflanzen verschieden dargestellte reine Stärkesorten, die einen geruchlosen Kleister geben und entweder zur Herstellung feiner Speisen und Backware dienen oder medizinisch benutzt werden. Unter allen Arrowroot-Sorten des Handels ist das »Westindische Arrowroot«, auch »Jamaika-Arrowroot« genannt, oder besser gesagt die »Marantastärke«, die häufigste. Die genannte Ware wird nur aus den Knollen einiger *Maranta*-Arten dargestellt, kommt aber gegenwärtig von den verschiedensten Teilen der Erde in den Handel.

Nach Martius (153) ist das Wort »Arrowroot« aus dem indianischen »Aru-Aru« (Mehl-Mehl) entstanden. R. Spruces Meinung geht dagegen dahin, daß das englische Wort »Arrowroot« in die südamerikanischen Sprachen übergegangen ist, was auch der brasilianische Ausdruck »Araruta« bezeugt [Hanbury und Flückiger (96)].

Von den zahlreichen *Maranta*-Arten (etwa 40 meist dem warmen Amerika angehörige Spezies) werden nur wenige kultiviert; weitaus am häufigsten *Maranta arundinacea* L. (»Pfeilwurz«), eine ursprünglich westindische und südamerikanische Art. Diese wird in den Tropen stark angebaut, auf den Antillen, Bermudas, seit 1840 in Ostindien, in neuerer Zeit auch in Brasilien und Guayana, auf Ceylon, Réunion, in Natal usw. In den neuesten Werken werden Bermudas, Jamaika und die Insel Kitts als besonders hervorragende Produzenten von Marantastärke genannt. An allen drei Punkten ist die Arrowroot-Erzeugung von den sechziger Jahren bis heute auf $^1/_{10}$—$^1/_{25}$ gesunken. Dagegen ist die Produktion dieser Stärke in St. Vincent (Kleine Antillen) seit vierzig Jahren von 50 000 kg auf 1 000 000 kg im Jahr gestiegen. Diese Insel ist für westindische Arrowroot-Erzeugung gegenwärtig maßgebend [Semler (208, 9)]. Die gebräuchlichste Han-

delsbezeichnung für Arrowroot, das von *M. arundinacea* stammt, ist daher »St. Vincent-Arrowroot«. Die Verwendung der Rhizome der Pfeilwurz zur Stärkegewinnung ist verhältnismäßig jungen Datums. Sloane berichtet in seinem Catalogue of Jamaica 1696 wohl über Verwendung der Pflanze gegen mancherlei Wunden, erwähnt aber nichts über Gebrauch der Rhizome als Nahrungsmittel [Schumann (207)]. Gegenwärtig kommt das »St. Vincent-Arrowroot« in Barrels von etwa 100 kg Inhalt auf den Londoner und Hamburger Markt. Der Verbrauch in Deutschland ist relativ klein, Verwendung findet die Stärke hier für pharmazeutische Zwecke und in der Nährmittelfabrikation. In England und Amerika wird »St. Vinzent-Arrowroot« in größerem Maßstabe im Haushalt verwandt.

Die Kultur dieser stärkeliefernden Maranta ist nicht nur wegen des großen Ertrages des Bodens an Stärke sehr lohnend, sondern auch weil sie sich leicht in hohem Grade der Reinheit darstellen läßt.

Die fleischigen Wurzelstöcke der *Maranta arundinacea* werden als reif angesehen, wenn die Blätter der Pflanze zu welken beginnen. Die Wurzelstücke werden dann entweder mittels Düngergabeln oder mit Zuhilfenahme eines Wendepflugs aus dem Boden gehoben. Die Darstellung des »Arrowroots« ist entweder Gegenstand der Haus- oder der Großindustrie. In beiden Fällen ist es notwendig, die Wurzelstöcke von der anhängenden Erde und von der Rinde zu befreien. Waschen und Schälen müssen mit größter Sorgfalt betrieben werden. Erde oder Sand sind von der Stärke nicht mehr zu entfernen und anhaftende Rindenteile erteilen der Stärke einen bitteren Geschmack und verhindern die Herstellung eines rein weißen »Arrowroot«. Im großen erfolgt das Vermahlen der geschälten und neuerdings gewaschenen Wurzelstöcke auf einer Walzmühle, im kleinen auf Handmühlen. Die unter Wasserzufluß gemahlenen Wurzelstöcke bilden einen Brei, der ebenfalls mit Hilfe von Wasser durch mehrere Haarsiebe durchgelassen wird. Das Waschen und Durchlassen der Stärke durch die Siebe wird solange fortgesetzt, bis das über der abgesetzten Stärke stehende Wasser klar und farblos erscheint. Die abgesetzte Stärke wird an der Luft zum Trocknen ausgebreitet und mit Gaze überdeckt, um Staub und Insekten abzuhalten. Soviel wie möglich nimmt man, um ein möglichst weißes Arrowroot zu gewinnen, das Trocknen der Stärke in der Sonne vor.

Näheres über die Gewinnung des »westindischen Arrowroot«, insbesondere im Großbetrieb, s. bei Semler (208, 10) und Heyne (112, 1), siehe auch Schumann (207).

Abb. 30.
Stärkekörner aus dem Rhizom von *Maranta arundinacea*. 440 : 1. *a* im polarisierten Licht.

Die Stärkekörner der *Maranta arundinacea* (Abb. 30) sind stets einfach, von der Fläche gesehen eiförmig, auch abgerundet dreieckig oder stumpfeckig-deltaförmig, birnen- oder keulenförmig; ihr Querschnitt ist kreisförmig oder etwas abgeplattet. Die Größe der Körner wechselt sehr, so daß man die häufigsten Werte nicht durch eine Zahl, sondern nur durch Grenzwerte ausdrücken kann. Der längste Durchmesser der Stärkekörner schwankt zwischen 13—70 μ, die häufigsten Werte zwischen 27—54 μ. Schichtung ist stets nachweisbar, aber nie scharf ausgeprägt. Der Kern liegt entweder in der Mitte, häufiger ist er bis zu ein Sechstel exzentrisch und liegt dann entweder dem breiten oder dem schmalen Ende genähert. Vom Kern geht häufig ein Querspalt aus, der mit Luft erfüllt ist und zumeist in einer Doppelkurve verläuft, die an eine schwebende Möve erinnert (Abb. 30).

Das »Westindische Arrowroot« gilt als die reinste Stärkesorte des Handels. Sie reagiert weder sauer noch alka-

lisch, sondern verhält sich neutral. Verfälschungen mit geringeren Stärkesorten sind oft nachgewiesen worden, so mit Weizen-, Mais-, Reisstärke, nach L. Planchon auch mit Maniok.

»St. Vincent-Arrowroot« dient zur Herstellung von feinem Gebäck, findet

Abb. 31.
Kurkumastärke (ostindisches Arrowroot). *A* Stärkekörnchen von *Curcuma leukorrhiza*. *a* Flächen-, *b* Seitenansicht. 300 : 1. *B* Stärkekörnchen von *C. angustifolia*. *a* Flächen-, *b* Seitenansicht. 150 : 1.

Abb. 32.
Stärke aus den Knollen von *Canna edulis*. 300 : 1.

aber auch in der Küche Verwendung [Favre (70)], wird als Kindernährmittel und für medizinische Zwecke (Amylum Marantae) benutzt. Auch in der Schokoladefabrikation wird es verwendet. Über die Kultur von *M. arundinacea*, Stärkegewinnung und Preise siehe Heyne (112,1). Analysen siehe König (133, 13).

11. Ostindisches Arrowroot.

Diese Stärkesorte »Tik«, »Tikur« oder »Tikormehl«, auch »Travankorestärke« genannt, stammt von zwei ostindischen Zingiberaceen: von *Curcuma angustifolia* und *C. leukorrhiza*, die vorzugsweise in Vorderindien (Madras und an der Malabarküste) der stärkereichen Wurzelstücke wegen kultiviert werden. Die Stärkekörner (Abb. 31) beider Pflanzen sind groß, platt, im Umriß elliptisch, also scheibenförmig gestaltet. Nur wenige Stärkesorten bestehen aus Körnchen mit so reich entwickelter und so scharf ausgeprägter Schichtung wie das »Kurkuma-Arrowroot«. Von der Fläche gesehen, sind die Körner elliptisch oder mandelförmig, am breiten Ende oft mit einem kleinen Fortsatz versehen. Die größte Breite beträgt etwa $^2/_3$ der Länge des Korns. Die Exzentrizität des hellen punktförmigen Kerns mißt bei *Curcuma leukorrhiza* $^1/_7$—$^1/_9$ (nach Nägeli steigt sie bis $^1/_{17}$), bei *C. angustifolia* $^1/_6$—$^1/_{15}$.

Der Unterschied beider Stärkesorten liegt in den Dimensionen. Der Längendurchmesser der Körner von *C. leukorrhiza* steigt von 21—145 μ und beträgt meist etwa 105 μ. Die Körner sind leicht mit freiem Auge kenntlich. Die Dicke beträgt etwa 7—13 μ. Die Körnchen der *C. angustifolia* erreichen höchstens eine Länge von 70 μ; meist beträgt sie etwa 60 μ. Die Dicke der Scheiben mißt 5—10 μ.

Die Aufquellung der Kurkumastärkekörnchen in warmem Wasser erfolgt nach Flückiger erst bei 72°.

In den Bazaren Bombays erscheint diese Stärke auch intensiv rot gefärbt unter dem Namen »Gûlal« und dient zum gleichzeitigen Appretieren und Färben von Zeugen.

12. Kannastärke.

Die Stärke aus den Knollen der in den warmen Ländern (Brasilien, Venezuela, Martinique, Guadeloupe, Réunion, Australien usw.) häufig kultivierten, ursprünglich südamerikanischen *Canna edulis* führt den Namen »Arrowroot von Queensland« oder »fécule de Toloman« (aus »tous les mois«, womit diese und die aus *Canna coccinea* dargestellte Stärke bezeichnet wird) und ist Gegenstand eines ausgedehnten Handels. Einheimische Namen für *Canna edulis* sind in Ecuador und Bolivia »achira«, in Venezuela und Java »ganjong«, »capacho«; für *Canna coccinea* in Westindien »maracas«.

Sie bildet ein aus glänzenden, schon für das freie Auge erkennbaren Körnern be-

stehendes, schimmerndes, jedoch nicht völlig rein weißes, vielmehr etwas gelbliches Mehl.

Nach den mikroskopischen Untersuchungen, welche Wilhelm Hauck an aus Queensland stammender Kannastärke anstellte, sind deren Körnchen stets einfach (Abb. 32). Der Kern liegt meist am breiten Ende. Der Durchmesser schwankt zwischen 10—106 μ [nach A. Vogl (228, 8) bis 135 μ], seine Länge beträgt meist 60 μ. Die Exzentrizität steigt

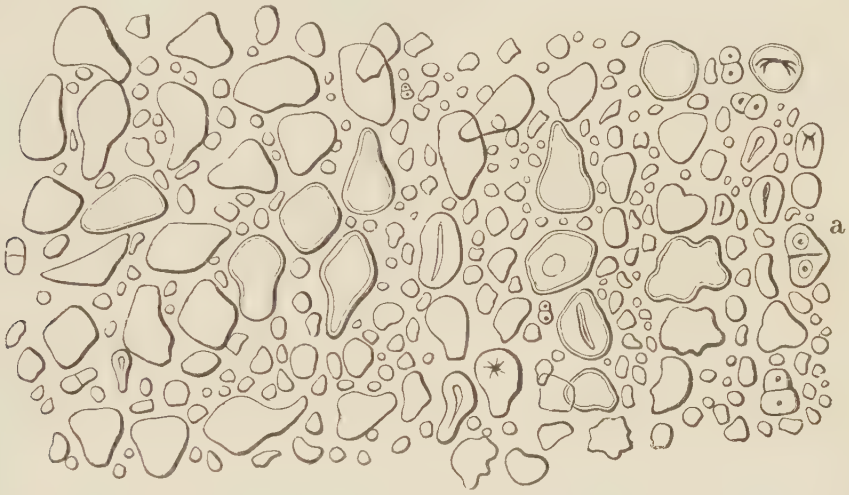


Abb. 33.
Stärke der süßen Kastanie (*Castanea vesca*). *a* Zwillingskorn. 400 : 1.
(Nach A. E. v. Vogl.)

von $^1/_1$—$^1/_7$; meist gleicht sie $^1/_6$. In Glyzerin verschwinden Kern und Schichten, in Kopaivabalsam verschwindet das Korn fast vollständig. Der Hauptumriß ist bei manchen kleinen Körnern kreisförmig, sonst undeutlich dreieckig, schildförmig, höckerig oder birnförmig. Das Polarisationskreuz erscheint sehr deutlich ausgeprägt.

Mehrfach findet man auch andere weniger bekannte Stärkearten, so die von *Zamia spiralis*, als »Arrowroot von Queensland« angeführt.

13. Kastanienstärke.

Diese Stärke wird in Südeuropa aus den Samen der Edelkastanie, *Castanea vesca*, bereitet. Sie bildet ein feines weißes Pulver und besteht nach den von A. Vogl (228, 9) angestellten Untersuchungen aus sehr verschieden gestalteten einfachen Körnern von 1,5—30 μ Größe. Zwischen den kleinen und den großen Körnern sind nur wenige Übergänge zu beobachten. Die großen Körner sind häufig stumpf drei- bis vierseitig, auch herzförmig oder nierenförmig gebuchtet, oder flaschen-, keulen- und beilförmig. Die kleinen Körner sind gleichförmiger, rundlich, ei-, auch birnförmig. Meist ist ein Kern direkt nicht sichtbar. Hin und wieder tritt an seiner Stelle eine sternförmige oder spaltenförmige Kernhöhle hervor. Auch die Schichten fehlen fast gänzlich, nur manchmal ist eine Randzone zu bemerken. Selten kommen kleine Zwillings- oder Drillingskörner vor (Abb. 33).

Edelkastanien »Maronen« enthalten nach Kochs (126) entschält und lufttrocken etwa 32%, in der wasserfreien Trockensubstanz etwa 46% Stärke. Über Ähnlichkeit von Kastanien- und Buchweizenstärke und die Unterscheidungsmerkmale beider siehe Collin (37). Über Verwendung von Edelkastanienmehl siehe Zikes (252).

14. Die Stärke des Brotfruchtbaumes (Artocarpus incisa).

Die Früchte des »Brotfruchtbaumes« führen eine so große Menge von Stärkemehl, daß ihnen im trockenen Zustande ein kreideartiges Aussehen eigen ist. Im frischen Fruchtfleisch kommen nach v. Höhnel (114, 11) 17% Stärke vor. Diese Stärke (»Brotfruchtstärke«, »fécule

du fruit de l'arbre à pain«) wird nur in geringem Maß auf Martinique, in Guayana, Brasilien und auf Réunion dargestellt. Die in den siebziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts ausgesprochene Hoffnung, diese Stärke werde in der Folge ein bedeutender Handelsartikel werden, hat sich bisher nicht erfüllt.

Die offenbar nach ganz rohen Methoden gewonnene Stärke stellt ein feines, homogenes Pulver von weißer Farbe dar, welches einen Stich ins Gelbliche erkennen läßt.

Diese Stärkesorte [Wiesner und Hübl (246, 10)] setzt sich nur aus komponierten Amylumkörnern zusammen. Gewöhnlich besteht ein zusammengesetztes

Abb. 34.
Buchweizenstärke. *a* gewöhnliche Form der Stärkekörnchen. *b* zusammengesetzte Stärkekörner des Buchweizens. *c* eigentümliche, von A. E v. Vogl in der Buchweizenstärke aufgefundene Stärkekörner. 300 : 1.

Korn aus 6—8 Teilkörnchen. Dazwischen treten spärlich auch Zwillingskörner und aus 9—20 Individuen bestehende zusammengesetzte Körner auf. Die Teilkörnchen sind bis auf die die Oberfläche des Gesamtkornes abrundenden Individuen polyedrisch gestaltet, also von ebenen Flächen begrenzt. Der Durchmesser eines Korns liegt zwischen 2,5—13 μ; gewöhnlich beträgt er nahezu 7 μ. Von Strukturverhältnissen ist an den unveränderten Körnern nichts zu bemerken, also weder Kern noch Schichten sind direkt zu erkennen. Chromsäure ruft eine Aushöhlung der Körner hervor. Die Polarisationkreuze sind nie scharf, aber bei starken Vergrößerungen immerhin deutlich zu sehen. Siehe auch Heyne (112, 2) und Warburg (232, 1). Analysen siehe König (133, 14).

15. Buchweizenstärke.

Die »Buchweizenstärke« ist noch kein wichtiger Handelsartikel; einige englische Fabriken beschäftigen sich jedoch schon mit ihrer Erzeugung. Bei der Billigkeit der in einzelnen Ländern, namentlich auf schlechtem Boden gewonnenen Früchte von *Fagopyrum esculentum* (»Heidekorn«) und bei dem Reichtum der Körner an Stärke ist wohl viel Hoffnung vorhanden, daß dieses Rohmaterial in Zukunft für die Stärkefabrikation wichtig werden wird.

Die Stärke des »Heidekorns« ist, wie sie aus einigen englischen Fabriken hervorgeht (z. B. Reckit and Sons, London), ein feines Pulver von fast rein weißer Farbe, das eben nur einen Stich ins Gelbliche erkennen läßt.

Die Körnchen der Buchweizenstärke sind vorwiegend einfach und polyedrisch und zeigen etwa das Aussehen der Reisstärkekörnchen, unterscheiden sich aber von diesen durch die Größe. Der Durchmesser der einfachen Stärkekörnchen beträgt 4—15 μ und nähert sich zumeist dem Werte 9 μ (nach A. v. Vogl 6 bis 15, vereinzelt 18, meist 9—12 μ). Die meisten Körner zeigen eine mehr oder minder große dunkle Innenhöhle. Direkt ist an diesen Körnchen niemals Schichtung wahrzunehmen. Chromsäure, welche die Körner stärker aushöhlt, ruft nur selten eine Schichtung, stets aber eine radiale Streifung hervor. Neben diesen Körnern treten in der genannten Stärke auch höchst charakteristische, linear zusammengesetzte, aus 2—9 Teilen bestehende Stärkekörner auf (Abb. 34 *b*). Die Teilkörner verhalten sich so wie die einfachen Körner; nur daß sie nicht immer wie die einfachen scharfeckig polyedrisch, sondern manchmal auch etwas abgerundet sind. T. F. Hanausek [Chemikerzeitung (Cöthen) 1894] fand auch perlschnurförmig aussehende zusammengesetzte Stärkekörner in der Buchweizenstärke (auf Abb. 34 *c*).

16. Stärke von Castanospermum australe.

Der »Bohnenbaum«, *Castanospermum australe*, kommt häufig in Neusüdwales vor und wird dort »bean-tree« genannt, nicht »beau-tree«, wie er häufig fälschlich in Werken über Nahrungsmittel bezeichnet wird. Das Stärkemehl dieses Gewächses dürfte seiner Eigenschaften und des massenhaften Vorkommens des Rohmaterials (australische Kastanien) hal-

ber eine Zukunft haben und soll deshalb hier besprochen werden.

Eine Probe der Stärke aus dem Botanischen Museum Berlin-Dahlem war rein weiß, geruch- und geschmacklos. Der Bohnenbaum ist in Australien gesetzlich geschützt. Siehe auch Taubert in Engler-Prantl (66, 10) und Warburg (232, 2).

Die Ureinwohner von Neusüdwales benutzten die etwa walnußgroßen Samen des Baumes seit alter Zeit gekocht oder gebraten zum Genuß oder zur Herstellung eines groben Brotmehls Die reifen Samen werden durch 8 bis 10 Tage in Wasser liegen gelassen, hierauf an der Sonne getrocknet, auf heißen Steinen schwach geröstet und zu grobem Mehl vermahlen. Aus dem Mehl, das sich leicht aufbewahren läßt, wird die Stärke durch Ausschwemmen abgeschieden.

Die Stärkekörner aus den Samenlappen der genannten Pflanze [Nägeli (166, 7), Wiesner und Hübl (246, 11)] sind fast durchweg zusammengesetzt und bestehen zumeist aus 2—5 Teilkörnern (Abb. 35). Die Zahl der Körnchen steigt in den zusammengesetzten Körnern bis zu 15. Die einfachen Körnchen sind kugelig, die Teilkörner nach dem Typus der »Tapiokastärke« gebaut. Die Amylumkörnchen aus dem Umfange der Samenlappen sind kleiner als die im Innern vorkommenden, stimmen aber sonst in allen morphologischen Eigentümlichkeiten mit jenen überein. Die Teilkörnchen haben eine Länge von 2,7—17 μ, meist von 5 bis 12 μ. Der Kern oder die an seine Stelle getretene kegelförmige Höhlung ist an jedem Korn schon beim Liegen in Wasser deutlich zu sehen. Schichten sind direkt nicht immer sichtbar, nach Einwirkung von Chromessigsäure lassen sie sich schwach in Erscheinung bringen. Man erkennt an vielen Körnern, daß eine schon vor Einwirkung des Reagens sichtbare, dichtere Schicht (Randschicht) im Umfange des Korns Radialstreifung angenommen hat.

Nach Nägeli fehlen dieser Stärke die einfachen Körner. Ferner weichen seine Angaben über die Dimensionen der Körner etwas von den hier angeführten Daten ab.

17. Maniokstärke.

Die »Maniokstärke« oder »Manihokstärke« wird aus den Wurzelknollen der Maniokpflanze gewonnen. Ihre Heimat ist Brasilien. Sie wird dort und im übrigen tropischen Amerika, in Afrika, auf Madagaskar, in Ostindien, auf Java, den Philippinen, Neuguinea, Samoa in zahlreichen Varietäten und Rassen kultiviert. Zwei Arten sind es vor allem, die

Abb. 35.
Stärke von *Catanospermum australe* Cunn. et Fraser. *a* im polarisierten Licht. 682 : 1. *b* nach Einwirkung von Chromessigsäure. 852 : 1.

für die Stärkefabrikation in Frage kommen: *Manihot utilissima* und Varietäten, der »bittere Maniok« und *Manihot dulcis*, der »süße Maniok«. Die größte Menge der exportierten Maniokstärke wird aus dem »bitteren Maniok« gewonnen, alle anderen Arten sind dagegen von untergeordneter Bedeutung. Vulgärnamen für die Maniokpflanze sind: in den Vereinigten Staaten: »Cassave«, in Westindien, Zentralamerika, Kolumbien, Venezuela, Peru, Bolivien: »Yuca«, in Mexiko: »Huacamotl«, in den Nordstaaten Brasiliens: »Maniba« oder »Maniva«, vom 12° s. Br. »Mandioca«, »Manioc«, in Westafrika: »Mandioca«, in Ostafrika: »Mhogo«. [Nach Pax (179).] Weitere Vulgärnamen siehe Pax und Grimme (89), auch Hammerstein (93) und Heyne (112, 3) bringen zahlreiche einheimische afrikanische und malaiische Namen. Vulgärnamen für *Manihot dulcis* sind: in Brasilien (Nordstaaten bis Bahia): »Macaxeira«, weiter südlich: »Aipi«, »Aipim« oder »Mandioca doce«, »Mandioca branca«, »Mandioca Manteiga« (nach Pax).

Die »Tapioka« wird aus den Knollen der Maniokpflanze gewonnen. Sie bildet

eine weißliche, aus groben, gewöhnlich zusammengebackenen Körnern bestehende Masse, die teils unveränderte, teils halb verkleisterte Stärkekörner enthält. Die Pflanze ist in Südamerika einheimisch. In Brasilien, wo die Hauptmasse der »Tapioka« gewonnen wird, unterscheidet man ebenfalls den bitteren und den süßen Maniok; ersterer stammt von *Manihot utilissima,* letzterer von *M. Aipi.* Hier wird die ganze Masse der exportierten Tapioka aus dem »bitteren Maniok« bereitet; der »süße« gibt eine lichtgelbe bis schmutzig gelbe »Tapioka«, die in den Heimatländern als Nahrungsmittel verbraucht wird. Auch noch andere Manihotarten liefern stärkehaltige Produkte.

Manihot utilissima bildet langgestreckte bis halbmeterlange, im Mittel bis 4 kg schwere Knollen vom Aussehen der Georginenwurzeln. Die Knollen von *M. dulcis* sind beträchtlich kleiner.

Die Kultur der Maniokpflanze ist sehr dankbar, eine bepflanzte Bodenfläche liefert den größten bis jetzt bekannten Ertrag an Stärke. Aus diesem Grunde ist man bestrebt, die Pflanze überall in den Tropen — meist aber nur *Manihot utilissima* — dort einzuführen, wo immer nur die Kultur möglich ist.

Zu den Kulturbedingungen der *Manihot utilissima* gehört beträchtliche Luftfeuchtigkeit, durchschnittlich mäßige Bodenfeuchtigkeit bei nicht zu lange andauernder Bodennässe. Im allgemeinen gedeiht der Maniok in den Küstengebieten besser als im Innern der Kontinente. Die Pflanze entwickelt sich am üppigsten in den Uferlandschaften des Amazonas. In trockenen Gebieten der Tropen neigt die Wurzel zur Verholzung und liefert dann weniger Stärke, dadurch wird sie zur Tapiokagewinnung ungeeignet. *Manihot utilissima* ist eine uralte Kulturpflanze, die unter dem Einfluß verschiedenartiger Vegetationsbedingungen sich in zahlreiche Rassen (man zählt derzeit bereits an vierzig) gespalten hat. In den Tropen wird jetzt häufig *Manihot utilissima* als Zwischenkultur der Kautschukbäume kultiviert [R i d d l e y (197)].

Zur Zeit gehört die Manihotpflanze zu den wichtigsten Nahrungspflanzen, deren Kultur sich von dem Heimatlande (tropisches Amerika) über Westindien, Ostindien und über einen großen Teil des tropischen Afrika ausgebreitet hat. In den meisten dieser Länder dient der Maniok als Nahrungspflanze. Man ist vielfach bestrebt, aus der Pflanze »Maniokstärke« oder »Tapioka« für den Export zu gewinnen.

Das Hauptproduktionsland für Maniokstärke ist Brasilien, Hauptsitz der Fabrikation Santa Catharina. Das beste brasilianische Rohprodukt (Maniokstärke) kommt von Rio und Bahia, geringere Sorten von Bahia. Wie weit auch in Ostindien die Produktion dieses Nahrungsmittels sich in neuerer Zeit gehoben hat, geht aus der Tatsache hervor, daß die Straits Settlements (die englischen Besitzungen auf Malakka) nunmehr alljährlich schon beinahe halb so viel Maniokstärke von Penang und Singapore (»Tapioca flower«) verschiffen wie Brasilien [S e m l e r (208, 6)]. Die hinterindische Tapiokafabrikation ist im Wettbewerb mit »Sago« etwas zurückgegangen [S e m l e r 208, 7)]. Maniokstärke wird in großer Menge auch auf Java gewonnen, von wo die bessere, von Chinesen auf rationelle Weise erzeugte Ware nach Großbritannien und nach Nordamerika gebracht wird, die geringere, von Malaien auf primitive Art dargestellte, in der Heimat als Nahrungsmittel dient. Im ausgedehnten Maße wird *Manihot utilissima* in Venezuela gebaut, wo die Pflanze noch den alten Namen »Yucca« führt, und die aus ihr gewonnene Stärke »fécule de Yucca« oder »amidon de Yucca« genannt wird [A. E r n s t (67)]. Auch in Neugranada, Peru und Ekuador wird *Manihot utilissima* kultiviert.

Aus den Maniokpflanzen bereitet man in den Heimatländern mehrere verschiedene Produkte: Stärke, Tapioka, Maniokschnitten und Maniokmehl.

Die Knollen von *M. utilissima* (nicht die von *M. dulcis*) enthalten in allen grünen Teilen und in den Wurzelknollen ein Glukosid, das bei Anwesenheit von Wasser Blausäure abspaltet. Durch sorgfältiges Waschen, Abpressen, endlich durch Kochen und Rösten kann man die Knollen völlig entgiften, so daß in der Maniokstärke Blausäure chemisch nicht mehr nachweisbar ist. Die Fabrikation der Ma-

niokstärke ist kurz folgende: Die Wurzelknollen werden sorgfältig gewaschen, dann überbrüht, geschält, in Scheiben geschnitten und vorteilhaft bei künstlicher Wärme getrocknet und dann gemahlen. Durch Vermahlen der so vorbehandelten Wurzelknolle erhält man das Maniokmehl. Durch Ausschwemmen des Mehls mittels Wassers gewinnt man eine Stärkesorte (»Maniokstärke«, »Kassavemehl«, »Kassade«), die auch unter dem Namen »Brasilianisches Arrowroot« Handelsgegenstand ist, aber auch zur Bereitung von »Tapioka« und »Puderstärke« dient.

Im Prinzip besteht die Bereitung der »Tapioka« in einem Körnigmachen der feuchten Stärke mittels Sieben und im Erhitzen der durch die Siebe durchgehenden Körner auf Metallplatten, wobei eine partielle Verkleisterung der Stärkekörnchen und ein Zusammenbacken der Tapiokakörner eintritt. Näheres über Bereitungsweise der Tapioka s. Flora 1869, S. 369, Semler (208, 11), Heyne (112, 3), Jumelle (120). Die »Tapioka« des europäischen Handels wird hauptsächlich im Heimatlande der Pflanze und auch noch in den obengenannten Tropenländern, wo *Manihot util.* kultiviert wird, betrieben. Früher kamen aus Brasilien nur ordinäre Tapiokasorten. Seit den siebziger Jahren werden aber dort nach vervollkommnetem Verfahren sehr feine Sorten erzeugt, die den besten französischen Sorten gleichkommen [Wiesner (245)]. Die rein weißen, aus einem gröblichen nicht zusammengebackenen Mehl bestehenden Tapiokasorten des französischen Handels werden in Frankreich aus »Kassavemehl« bereitet. In diesem Land erzeugt man auch durch Vermischung von Tapioka mit anderen konservierten Genußmitteln besondere Handelsartikel. So ist z. B. die »Tapioka Grécy« ein Gemenge von sehr feiner Tapioka mit zerkleinerter und getrockneter gelber Rübe; die »Tap. au cacao« enthält das Mehl von entfetteten Kakaobohnen usw. In neuerer Zeit stellt man aus reiner Kartoffelstärke ein der Tapioka im Aussehen gleiches Produkt dar, das unter dem Namen »Inländische Tapioka« (»Tap. indigène«) in den deutschen und französischen Handel eintrat, die Verwendung der echten Tapioka findet und auch, da sie billiger als diese ist, zur Verfälschung des echten Produktes verwandt wird. Nach Gintl (81) (82) wird die Tapiokastärke in England zu technischen Zwecken benutzt und zwar nach Bull. Imperial Inst. London 17. 1919. S. 571 ff. zur Biskuitherstellung, zur Gewinnung von Glukose, technischen Leimen und Alkohol.

Die Maniok-Stärkekörnchen der Tapioka (*Manihot utilissima*) (Abb. 36) sind

Abb. 36.
Stärke von *Manihot utilissima* Pohl. 440 : 1.
a im polarisierten Licht.

fast durchweg Zwillingskörner; nebenher kommen auch aus 3—8 Teilkörnern bestehende komponierte Körnchen vor. Die auf den Zusammensetzungsflächen stehenden Körnchen erscheinen im Mikroskop kreisrund, mit einem von einer großen, schwach lichtbrechenden Zone umschlossenen Kern versehen. Von der Seite gesehen hat jedes Teilkorn eine pauken- bis zuckerhutförmige Gestalt. Der Kern liegt meist zentral und ist punkt- oder sternförmig. Die Schichtung ist gewöhnlich undeutlich, das Polarisationskreuz gut sichtbar. Die Länge der Teilkörner beträgt 7—35 μ, meist etwa 20 μ. Infolge von Quellung bei der teilweisen Verkleisterung werden die Körner voluminöser.

Die Stärkekörner von *Manihot dulcis* sind von den Körnern der *utilissima* so gut wie nicht zu unterscheiden. Der Unterschied liegt nur in dem relativ reicheren Auftreten von Drillings- und noch höher zusammengesetzten Körnern. Die Proben von aus *Manihot aipi* dargestellter Tapioka besaßen eine isabellgelbe Farbe und enthielten neben unveränderter und halb verkleisterter Stärke zahlreiche mit verkleisterten Stärkekörnchen erfüllte un-

verletzte Parenchymzellen der Knollen (Abb. 37). Das Auftreten dieser mit glatten Wänden aus dem Verbande tretenden Zellen weist auf eine wahrscheinlich bei erhöhter Temperatur vorgenommene Mazeration hin, die bei der Gewinnung der zur Tapiokabereitung dienenden Stärke in Anwendung gekommen sein dürfte.

In den Heimatländern ist die Maniokkultur uralt. Columbus und Cortez fanden sie schon vor. Über den Ertrag an Knollen und Mehl verschiedener Varietäten von *Manihot utilissima* siehe Le Manioc à la Jamaique. Journ. d'Agriculture tropicale 8. 1908. Über die in Deutsch-

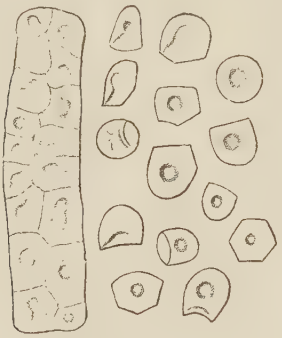


Abb. 37.
Tapioka aus *Manihot aipi*. *a* isolierte gequollene Stärkekörner enthaltende Zellen. *b* Stärkekörnchen. 400 : 1.

Ostafrika kultivierten Spielarten von *M. utilissima* siehe Zimmermann (254). Maniokstärke ist im früheren Deutsch-Ostafrika zu einer wichtigen Nahrungsquelle der Eingeborenen geworden. Die Ausfuhr an Maniokstärke betrug bereits 50 000 t im Jahre. Siehe ferner Riddley (197), Colson et Chatel (38), Tracy (221), Lewis (145), Cousins (41), Büschel (31), Hubert et Dupret (116), Blokzeijl (21), Pax (179), Jumelle (119 und 120), de Kruyff (140), Burkhill (29), Zimmermann (254 und 258), Virneisel (227), Everington (68). Analysen siehe Grimme (89), König (133), Riechelmann (198), Desvergnes (49), Honcamp, Zimmermann und Blanck (115), Paerels (175). Über Fabrikation von »Maniokstärke« und »Tapioka« und über Ausfuhrstatistiken in Niederländisch-Indien siehe Heyne (112, 3).

18. Roßkastanienstärke.

Da das Rohmaterial der »Roßkastanie« reichlich vorhanden, leicht zu beschaffen und sehr billig ist, und zudem beträchtliche Mengen von Stärke enthält [die Angaben über den Stärkegehalt der Roßkastanien schwanken. Analysen siehe Baker und Hulton (12) und Goris (Chem. Zentralbl. I. 1918, S. 30)], so taucht

Abb. 38.
Roßkastanienstärke. (Nach Julie Suppantschitsch.) 300 : 1.

Abb. 39.
Roßkastanienstärke im polarisierten Licht. (Nach Julie Suppantschitsch). 300 : 1.

die Frage der Fabrikation der Roßkastanienstärke, trotz wiederholter Mißerfolge, doch immer wieder auf. Die Gewinnung reiner Stärke aus Roßkastanien ist mit Schwierigkeiten verbunden, welche sich nur durch relativ hohe Erzeugungskosten beseitigen lassen. Diesen Nachteil hofft man durch eine Nebennutzung auszugleichen, da die Samen bis 17% Dextrin und Zucker enthalten, welche in der Spiritusfabrikation Verwendung finden können [Staiger (213), Ellroot (62), Nagel (165)].

In neuerer Zeit sind mehrere Verfahren ausgearbeitet worden, um Stärke und andere Stoffe aus Roßkastanien zu gewinnen. Über ein Verfahren berichtet Donselt (54). Die bitteren, gesundheitsschädlichen Stoffe befinden sich größtenteils in der braunen dünnen Haut zwischen Kern und Samenschale. Es gelingt auf mechanischem Wege, diese Haut zu entfernen und die Stärke durch Waschen mit

Sodalösung, Natriumsulfitlösung oder angesäuertem Wasser völlig zu entbittern. Ein anderes Verfahren zur Nutzbarmachung der Roßkastanien von H. Brezina und L. Meyer ist durch Ö. P. 87 609 geschützt. Siehe auch Heiduschka (101), Vogl (228, 7), Herter (105), Preckel (189), Wischo (249), Wischin 248), Agnoletti (7).

Die Stärkekörner der Roßkastaniensamen sind nach Untersuchungen von Julie Suppantschitsch teils einfach, teils zusammengesetzt. Man kann große (14—35 μ) und kleine (3—8 μ) Körner unterscheiden. Die kleinen sind fast immer einfach, und wenn sie zusammengesetzt sind, so bestehen sie aus gleichgroßen Teilkörnern. Die großen sind entweder einfach oder zusammengesetzt und bestehen im letzteren Falle aus ungleich großen Teilkörnern. Die Struktur der Stärkekörner ist so verschwommen, daß man häufig die Zusammensetzung der Körner aus mehreren Teilkörnern nur mit Zuhilfenahme des Polarisationsmikroskopes findet (Abb. 38 und 39).

Die großen Körner sind häufig so wie die Sagostärkekörner zusammengesetzt, bestehen nämlich aus einem großen und 1—2 kleinen Körnern.

Die kleinen Körner sind meist konzentrisch, die großen meist exzentrisch geschichtet. Die Exzentrizität der großen Körner reicht bis ein Viertel. Der Umriß der großen Körner ist höchst wechselvoll. Die kleinen sind kugelig oder ellipsoidisch, die großen meist birn-, kegel-, schild- oder eiförmig oder sehr unregelmäßig, wenn die kleinen Teilkörner als Buckel hervortreten. Im unveränderten Zustande ist an vielen großen Körnern die Schichtung stellenweise deutlich sichtbar, desgleichen Aushöhlungen des Kernes. Risse und Klüfte gehen vom Kerne aus oder laufen mitten durch das Korn, vorwiegend in der Richtung der langen Achse des Kornes.

Die Verkleisterungstemperatur liegt bei 56,2—58,7°.

19. Die Stärke der Batate.

Ipomoea batatas (*Batatas edulis*), die »Batate«, häufig auch »Süße Kartoffel« genannt, ist eine außerordentlich wichtige Nahrungspflanze der tropischen und subtropischen Gebiete. Sie gedeiht selbst auf Böden, die sonst wenig erträglich sind, und liefert dort hohe Ernten.

Die Kultur der »Batate« hat sich von Amerika aus allmählich über den ganzen Tropengürtel verbreitet. Auch in den ehemals deutschen Kolonien wird die Süßkartoffel häufig kultiviert. Sie wird dort »viazi« genannt.

Die gewöhnlich spindelförmigen Knollen haben ein Durchschnittsgewicht von 1,5 kg. Doch gibt es Spielarten, welche bis 5 kg schwere Knollen liefern. Der Knollenertrag beträgt nach Jumelle (120) auf Barbados nicht über 13 t pro ha, auf den Azoren werden nach Bernegau (20) durchschnittlich 30 t, vereinzelt bis 50 t pro ha geerntet. Siehe auch Stutzer (214) und Heyne (112, 4).

Für die Stärkegewinnung aus den Knollen der Batate ist zu beachten, daß sie im tropischen Gebiet zuckerreich und stärkearm ist, im subtropischen sich aber umgekehrt verhält. Im Tropengürtel bringen die Wurzeln bis 10% Zucker, aber nur etwa 9% Stärke hervor, während sie im subtropischen Gebiete bis 15% Stärke, aber nur etwa 3—4% Zucker liefern. Es ist damit ein Fingerzeig gegeben, in welchem Gebiete die Batate als Stärkepflanze rationell ausgebeutet werden kann. Es wird indes auch im Tropengebiet aus der Batate Stärke erzeugt. Analysen siehe König (133, 12) und Berger (19). Daß diese Stärke als Exportartikel noch von ganz untergeordneter Bedeutung ist, mag daraus zu ersehen sein, daß Semler, obgleich er in seiner »tropischen Agrikultur« der Batate eine ausführliche Besprechung widmet, ihrer Verwendung als Stärkepflanze keine Erwähnung tut. Auch in der von Hindorf bearbeiteten zweiten Ausgabe des Semlerschen Werkes, II (1900), S. 804, wo von der Verwendung der Batate die Rede ist, wird ihrer als Rohmaterials der Stärkebereitung nicht gedacht.

Wiesner untersuchte das Stärkemehl dieser Pflanze in gleichmäßigen Proben, die von Martinique, Guadeloupe, Réunion, Kochinchina und Indien stammten und unter dem Namen »fécule de patate« auf den Ausstellungen erschienen waren. Als Handelsgegenstand spielt die

Batatenstärke noch eine ganz untergeordnete Rolle, jedoch bei der Häufigkeit der Kultur der Batate in den tropischen und subtropischen Gebieten (auch in Japan), ihrem großen Stärkeertrag und der sich immer mehr steigernden Verwendung der Stärke in den verschiedensten industriellen Zweigen ist zu erwarten, daß auch diese Stärkeart der Industrie in reichlicherem Maße als bisher dienstbar gemacht wird. Von den gewöhnlichen drei Kulturformen, der roten, gelben und weißen Batate, ist die gelbe die stärkereichste.

Die jedenfalls nach sehr unvollkommenen Methoden aus den Knollen der genannten Pflanze in den bezeichneten Ländern dargestellte Stärke bildet ein eben nicht sehr feines, auch nicht rein weißes, vielmehr etwas graugelbliches Pulver, das sich aber schon durch Waschen mit reinem Wasser und mehrmaliges Schlämmen in reinerem Zustande gewinnen läßt.

Abb. 40.
Stärke von *Ipomoea batatas Pois.* 352 : 1.

Die Batatenstärke wurde früher bereits von Payen (1838), später von Crüger (43) und von Wiesner und Hübl (246, 10) untersucht. Sie besteht der Hauptmasse nach aus zusammengesetzten Körnchen; nebenher kommt auch eine sehr kleine Zahl einfacher Körnchen vor (Abb. 40). Die zusammengesetzten Körner bestehen aus 2—12, gewöhnlich nur 4—5 in ihrer Form äußerst wechselnden Teilkörnern. Manchmal sind sie halbkugelig, manchmal am freien Ende keulenförmig verdickt; aber nicht selten sind sie ganz flach und zeigen nur eine warzenförmige Erhabenheit. Die Teilkörner lassen schwache Schichtung und deutlichen Kern wahrnehmen. Die Exzentrizität des Kerns steigt bis $^1/_5$ und $^1/_6$. Die Teilkörner sind auch in ihrer Größe sehr variabel, indem ihr größter Durchmesser von 10—50 μ steigt. Die einfachen Körner sind entweder kugelig oder etwas verzerrt und nehmen dann eiförmige oder birnenförmige Gestalt an. Der Kern liegt zentral oder schwach exzentrisch. Schichten sind nicht immer deutlich wahrnehmbar. Der Durchmesser bzw. der größte Durchmesser der einfachen Körner beträgt 8—25 μ. — Chromsäure höhlt alle Körner aus. Polarisationskreuz bei stärkeren Vergrößerungen erkennbar, aber nie scharf ausgeprägt.

Die Batatenstärke wird teilweise in erheblichem Maß (besonders in Brasilien) zur Spiritusgewinnung benutzt, auch Wein stellt man aus den Knollen her [Pique (184)]. 100 kg Knollen ergeben etwa 10—15 Liter Wein. Auch zu technischen Zwecken benutzt man in neuerer Zeit in England die Batatenstärke [Gintl (83)]. Über Kultur der Batate usw. siehe Heyne (112, 4).

20. Kartoffelstärke.

Die Kartoffelstärke gehört zu den allerwichtigsten industriell verwerteten Stärkearten der Welt.

Die immer größer werdende Bedeutung der Kartoffelstärke für die Industrie hat ihren Einfluß auch auf die Landwirtschaft geltend gemacht. Um den Forderungen der Stärkefabrikanten zu genügen, nämlich den Fabriken ein Rohmaterial zuzuführen, welches einen möglichst hohen Stärkegehalt besitzt, handelt es sich für den Landwirt in neuester Zeit darum, durch Züchtung Kartoffelsorten zu erzielen, die zur Erzeugung der Stärke am meisten geeignet sind. Die Gesamternte an Kartoffeln in Deutschland betrug im Jahre 1923: 32,6 Millionen t, davon wurden 150 000 t zu Stärke verarbeitet.

Die Kartoffel bildet eine große Zahl von Sorten. Einzelne weichen vom normalen Typus weit ab. So gab es nach Hahn (Blätter für Gersten-, Hopfen- und Kartoffelbau 1899) in Peru. eine Spielart, deren oberirdische Vegetationsorgane tief dunkelblau gefärbt waren und auch zum Färben von Wolle dienten. Für die Stärkefabrikation handelt es sich darum, Sorten

mit hohem Stärkegehalt zu gewinnen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die alten Sorten infolge von Krankheit und mangelnder Sorgfalt bei Auswahl des Saatgutes im Stärkeertrag stark zurückgehen. Im Gegensatz zu Knight vertritt Quanjer die Anschauung, daß die Kartoffeldegeneration nicht auf Altersschwäche, sondern auf Krankheitsbefall zurückzuführen ist. Zahlreiche Züchter (Richter in Zwickau, Cimbal in Frömsdorf, Paulsen in Nauengrund, besonders v. Kameke in Streckenthin u. a.) sind daher bestrebt, neue, widerstandsfähige Sorten heranzuziehen, die einen besseren Ertrag an Stärke im Vergleich zu den alten ergeben.

Als besonders wertvoll haben sich, was Stärkeertrag anbetrifft, in den Jahren 1922 und 1923 folgende Sorten gezeigt: Regent, Industrie, Centifolia, Blücher, Silesia, Pirola, Prof. Wohltmann, Kartz v. Kameke u. a. (Ergebnisse der Anbauversuche der deutschen Kartoffelkulturstation. Die Kartoffel. 4.—16. Februar 1924.) Als Maximum des Stärkegehaltes der Kartoffel wird 24,5% [Parow (177, 7)] angegeben.

Die Hauptmasse der fabrikmäßig erzeugten Kartoffelstärke wird als »grüne Stärke« in der Stärkezucker- und Dextrinerzeugung oder als trockene Stärke in der Papier- und Textilindustrie verwertet (näheres s. unten); im Kleinhandel erscheint sie nicht in solcher Menge wie die Weizenstärke. Was im Detailhandel als Kartoffelstärke verkauft wird, ist häufig nichts anderes als eine geringe Sorte von Weizenstärke.

Die käufliche (trockene) Kartoffelstärke besteht aus 99% Stärke, 0,5% Eiweiß, 0.2% Faser und Fett und 0,3% Mineralstoffen; sie ist entweder ein feinkörniges Pulver oder kommt auch, wie Weizen-, Mais- und Reisstärke, in unregelmäßigen Brocken (»Schäfchen«), selten in Form prismatischer Stäbchen oder zylindrischer Stengel (»Kristallstärke«) vor. In neuerer Zeit erzeugen die deutschen Kartoffelstärkefabriken Stärke von hoher Weiße. Die Kartoffelstärke, deren Darstellung bereits oben geschildert wurde, läßt sich von der Weizenstärke schon durch das freie Auge unterscheiden. Sie besteht aus Körnchen, die schon das unbewaffnete Auge, besonders bei starker Beleuchtung als solche erkennt, während die Weizenstärke als ein homogenes Mehl mit nicht weiter unterscheidbaren Körnern erscheint. Die Körnchen der Weizenstärke werden erst bei Betrachtung mit einer scharfen Lupe erkennbar. Eine sichere Unterscheidung der Kartoffelstärke von allen übrigen Stärkesorten gelingt erst durch das Mikroskop, und durch mikrochemische Färbemethoden. Siehe darüber Unna (225) und Herter (106 und 107).

Die Stärkekörner der Kartoffel sind fast durchweg einfach (Abb. 41); erst nach langem Suchen findet man Zwillings- und Drillingskörner. Diese letzteren sind gewöhnlich echt zusammengesetzt; viel seltener sind halb zusammengesetzte Körner (Abb. 41). In der Kartoffel findet man alle Übergänge von kleinen zu großen Körnern. Letztere sind vollkommen ausgebildet und stets durch reiche und deutlich hervortretende Schichtung ausgezeichnet; die kleinen stellen Entwicklungsstufen von Stärkekörnern dar und unterscheiden sich von den vollkommen ausgewachsenen dadurch, daß sie ungeschichtet sind oder nur wenige und undeutliche Schichten aufweisen. Die kleinen Körner sind kugelig oder elliptisch, die großen ausgewachsenen mehr oder weniger eiförmig bis unregelmäßig abgerundet dreiseitig, führen den Kern fast immer am schmalen Ende, besitzen einen Durchmesser von 60—100 μ, zumeist von 70 μ.

Nach Saare (204) erreicht der große der mittleren Größe der Kartoffelstärkekörner nur 90 μ. Siehe Parow (178,2).

Die Exzentrizität des Kernes beträgt $^1/_4$—$^1/_6$. Polarisationskreuz ausgezeichnet zu sehen.

Je größer die Zahl der ausgewachsenen Stärkekörner ist, als desto besser ist die Kartoffelstärke anzusehen. Saare hat in der mittleren Größe der Kartoffelstärkekörner ein Maß zur Wertbestimmung der Sorten gefunden. Nach Saare (204,8) beträgt der mittlere Durchmesser der Kartoffelstärkekörner bei:

Küstriner Superior	35,5 μ	Sekundastärke	16,9 μ
Genthiner „	32,8 μ	Tertiastärke	12,5 μ
Primastärke	21,0 μ		

Parow hat eingehende Untersuchungen über Größe der Stärkekörner bei den verschiedensten Kartoffelsorten angestellt. Parow unterscheidet »Superiorstärke-

körner« (mittlerer Durchmesser 35 μ), »Primastärkekörner« (35—22 μ) und »Sekundastärkekörner«. Einige der von Parow (178, 2) untersuchten Sorten gibt die nachfolgende Tabelle an:

	Stärke-gehalt	Superior-körner	Prima-körner	Sekunda-körner	Verlust-körner
Blücher	20,7	26	29	35	10
Tannenberg	19,8	27	33	34	6
Tuno	16,7	23	27	41	9
Weddigen	19,0	11	30	45	14

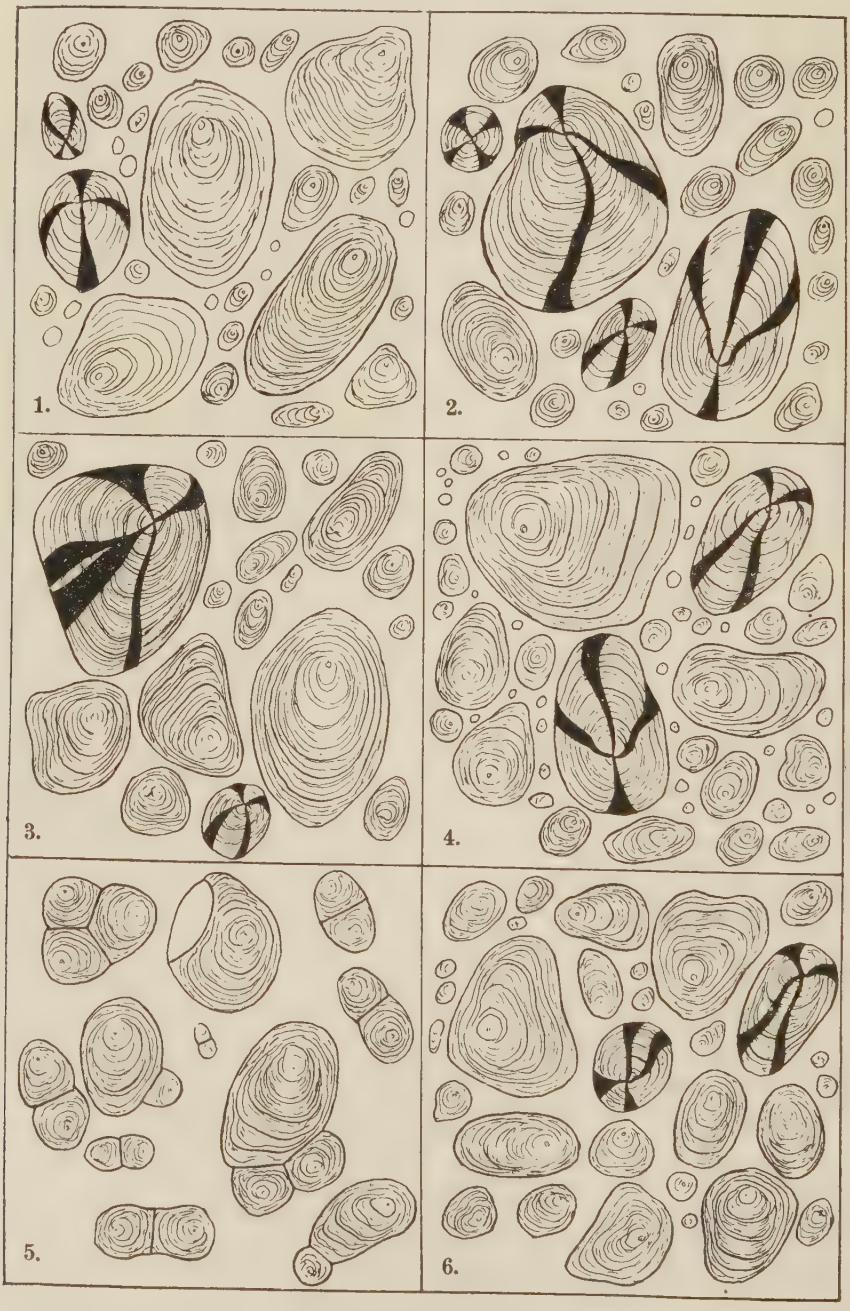


Abb. 41.
Kartoffelstärke. 1. Sorte »Beseler«. 2. Sorte »Deodora«. 3. Sorte »Belladonna«. 4. Sorte »Gloriosa«. 5. Sorte »Beseler«, zusammengesetzte Kartoffelstärke-Zwillinge und -Drillinge. 6. Sorte »Goldball«. 352 : 1.

Die Ausbeute an Stärke aus 100 dz Kartoffeln beträgt nach Ullmann (224, 3) 10—25 dz Trockenstärke. (10—12½% Primastärke, 1—1½% Sekundastärke, 1—2% Schlammstärke und etwa 5% wasserfreie Pulpe.)

Der Kartoffelstärkekleister hat eine geringere Klebkraft und ein geringeres Steifungsvermögen als der Weizenstärkekleister, ist auch weniger haltbar als dieser und ist durch einen unangenehmen Beigeruch charakterisiert, welcher nach Payen von einem ätherischen Öl herrührt, dessen Menge, auf trockene Stärke bezogen, 0,01% beträgt.

Die grüne Kartoffelstärke dient in der Fabrikation von Dextrin, löslicher Stärke, Stärkezucker und Sirup; die trockene in der Appretur von Geweben und Zwirn, zum Schlichten von Garnen, zum Stärken der Wäsche, als Kleb- und Verdickungsmittel, zum Leimen des Papiers, in der Metallgießerei zum Überstreuen der Hohlformen, in der Fabrikation von inländischem Sago und inländischer Tapioka, in der Zuckerbäckerei und Brotbäckerei. Eine sehr ausgedehnte Anwendung findet die Kartoffelstärke in der Photographie als Klebemittel und auch bei der Photographie in natürlichen Farben (Herstellung farbenphotographischer Platten). Von medizinischem Gebrauch ist sie wegen des unangenehmen Kleistergeruches ausgeschlossen (Flückiger). Siehe auch Parow (177 und 178). Über Richtlinien zur Beurteilung von Kartoffelmehl siehe Ekkard (61).

C. Literatur.

1. Abderhalden, E., Biochem. Handlexikon. Berlin (1914), 23 ff.
2. Abderhalden, E., Biochem. Handlexikon **X**, Bd. 3 (Erg.-Bd. 1923).
3. Abel, J., Über den Nachweis und die Bestimmung von Weizenmehl in Gemischen mit Roggen- und Gerstenmehl. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **39** (1920), 44.
4. Adlung, Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungsmittel der in den deutschen Schutzgebieten lebenden Eingeborenen. Tropenpflanzer **16** (1912), 547.
5. Adlung, Beiträge zur Kenntnis einiger Eingeborenen-Nahrungsmittel. Tropenpflanzer **17** (1913), 176.
6. Adlung, Beiträge zur Kenntnis einiger Eingeborenen-Nahrungsmittel. Tropenpflanzer **21** (1918), 191.
7. Agnoletti, G., Die chemische Zusammensetzung des Kastanienmehls und seine Verwendung zur Brotbereitung. Biochem. e Terap. sperim **7**, 13; Ztschr. f. ges. Getreidewesen **13** (1921), 85.
8. Allihn, F., Über den Verzuckerungsprozeß bei Einwirkung von verd. Schwefelsäure auf Stärkemehl bei höherer Temperatur. Journ. f. prakt. Chemie 2, **22** (1880), 80.
9. Amberger, K., Nachweis fremder Stärke im Getreidemehl. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **42** (1921), 181.
10. Arpin, Techn. Einteilung von Stärken und Stärkemehlen. Ihre Handelsbezeichnungen. Ann. Chim. analyt. appl. **3** (1921).
11. Bachmann, C., Der Reis. Tropenpflanzer **12** (1912), Beih. 4.
12. Baker u. Hulton, Analyt. Untersuchungen von Eicheln u. Roßkastanien. Analyst **42** (1917), **10**, **351**; Chem. Ztrbl. 2 (1918), 194.
13. Balland, M., Les Labiées alimentaires. Journ. de Pharm. et de Chim. **21** (1905), 491.
14. Bastin, Pharm. Journ. and Transact. (1893/94), 245.
15. Baumann u. Großfeld, Die polarimetrische Bestimmung der Stärke bei Gegenwart sonstiger optisch-aktiver Stoffe. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **33** (1917).
16. Baumert, G., Polarimetrische Bestimmung der Bananenstärke. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **24** (1912), 449.
17. Beijerinck, M. W., De bouw der zetmeelkorrels. Versl. Kon. Ak. Wet. Amsterdam 30. Maart 1912.
18. Berczeller, Über Jodstärke. Biochem. Zeitschr. **133** (1922), 502 (Physiol. Inst. Univ. Wien).
19. Berger, L. G. den, Een enander naar aanleiding der varieteitenproef met bataten. Teysmannia **19** (1908), 56.
20. Bernegau, Über die Kultur der Batate auf den Azoren. Tropenpflanzer **6** (1902), 285.
21. Blokzeijl, K. R. F., De Cassave. Haarlem (1916).
22. Bois, D., Les Coleus à tubercules alimentaires. Revue d'Histoire naturelle appliquée (1920) 22.
23. Borght, van der, Die Entwicklung der deutschen Reisstärkeindustrie. Berlin (1918).
24. Branza, Dinglers Polytechn. Journ. (1873), 474.
25. Brighetti, Staz. operim. agrar. Ital. **33** (1900), 72; Ztschr. f. öff. Chemie 8 (1902), 23.
26. Brown, H. T., u. Heron, Beiträge zur Geschichte der Stärke und der Verwandlungen derselben. Liebigs Annalen **199** (1879).
27. Buchenau, Fr., Alismataceae. Englers Pflanzenreich **16** (1903), Heft IV, 14, 15, 16.
28. Buitenzorg, Sago en Sagoprodukten. Publikaties van de Afdeeling Handel No. 2, Buitenzorg (1919).

29. Burkhill, J. H., The Tapioca Plant. Agric. Ledger **11**, No. 10 (1904).
30. Burkhill, A List of Oriental Vernacular Names of the Genus Dioscorea. Gard. Bull. Straits Settlements **3** (1924), 121.
31. Büschel, H., Die Erschließung des belgischen Kongos. Beihefte z. Tropenpflanzer **15** (1914/15), 329.
32. Campbell, F. H., Verfahren zur Herstellung von Stärke. Chem. Ztrbl. **2** (1922), 583.
33. Cat. des Col. franç. 1867. 1. S. 132. 2. S. 133.
34. Cerighelli, M. R., La farine des graines et la fécule des tubercules de l'Icacina senegalensis A. Juss. Ann. Mus. colon. Marseille 27. 3. série **7** (1919).
35. Christen, Notizen über einige Eingeborenenkulturen. Pflanzer **3** (1907).
36. Clevenger, J. F., Bericht über Zamiastärke. Am. Journ. Pharm. **94** (1922); Chem. Ztrbl. **2** (1922), 1224.
37. Collin, E., Konfitüren. Ann. des Falsifications **6** (1913), 629; Chem. Ztrbl. **1** (1914), 568.
38. Colson et Chatel, Culture et industrie du Manioc à la Réunion. Paris (1906).
39. Cook, O. F., The Chayote, a tropical Vegetable. U. S. Depart. of Agricult. Div. of Botany, Bull. No. **28** (1901).
40. Costenoble, H. L. W., Obst-, Mehl- und Bastbananen. Tropenpflanzer **11** (1907), 290.
41. Cousins, H. H., Cassava-Trials I, II, III, IV. Jamaica Bull. of the Departm. of Agricultur (1905), Vol. **3**, **4**, **5**.
42. Crété, L., Le Nété et quelques autres Parkias de l'Afrique occidentale (1910).
43. Crüger, Beiträge zur Stärkemehlkunde. Botan. Zeitg. **12** (1854), 41 u. Taf. II, Fig. 1.
44. Czapek, Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. (1913), **1**. S. 398, 2. S. 402.
45. Dafert, Landwirtsch. Jahrbücher (1886).
46. Decrock, E., Contribution à l'étude des fécules de l'Indo-Chine. Ann. Mus. colon. Marseille 16. 2. série **6** (1908).
47. Decrock, E., Sur quelques fécules des colonies et en particulier de l'Indo-Chine. Ann. Mus. colon. Marseille 17. 2. série **7** (1909).
48. Degen, A., Über zwei wertvolle Futterersatzmittel. Deutsche landw. Presse **44** (1917), 598.
49. Desvergnes, L., Bemerkung über eine neue chemische Reaktion der Maniok- und Reismehle. Ann. Chim. analyt. appl. **3** (1921), 205; Chem. Ztrbl. **4** (1921), 914.
50. Diels, L., Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreich (1918), 1. S. 20, 2. S. 69.
51. Dingler, Polytechn. Journ. **169**, 400.
52. Dinter, K., Die vegetabilische Feldkost Deutsch-Südwestafrikas (1912).
53. Dougen, van, Bidji Pakoe Hadji, Cycas circinalis L. Pharm. Weekblatt. **40** (1903), 309.
54. Donselt, W., Verfahren zur Herstellung von Nahrungs-Futtermitteln oder Stärke aus Roßkastanien. Ztschr. f. Spiritusindustrie **42** (1919), 281.
55. Dragendorff, Heilpflanzen (1898), 1. S. 143, 2. S. 147, 3. S. 210, 4. S. 338.
56. Duchesne, Rep. des plantes utiles. **46**.
57. Dybowski, J., Traité pratique de cultures tropicales. Paris (1902).
58. Eichler, B., Die größten Stärkekörner. Bot. Ztrbl. **99** (1905), 17.
59. Eichwald u. Fodor, Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Biologie (1919), 402.
60. Eismann, F. H. P., Tacca pinnatifida Forst., die stärkemehlreichste Knollenfrucht der Erde. Pflanzer **1** (1905).
61. Ekkard, W., Richtlinien für die Beurteilung von Kartoffelmehl. Ztschr. f. Spiritusindustrie **47** (1924), 183 u. 196.
62. Ellroot, G., Kastanienmehl zur Milchsäurebereitung. Ber. über die analyt. Tätigkeit der Vereins-Versuchsanstalt. Brennereizeitung **35** (1918).
63. Engler, A., Pflanzenreich, 1. Araceae **73** (1920, IV, 23 f.), 2. **74** (1920, IV, 23 a), 3. ebenda S. 54, 4. S. 55, 5. S. 61, 6. S. 57, 7. **48** (1911, IV, 23 c).
64. Engler-Drude, Vegetation der Erde. 9. 2. 1908.
65. Engler-Krause, Pflanzenreich. Araceae-Colocasioideae. **71**. Heft (IV. 23 E) 1920.
66. Engler-Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien, 1. II, (1889), 1, S. 22, 2. ebenda S. 222, 3. S. 229, 4. S. 139, 5. S. 86, 6. S. 35, 7. III, 3, S. 348, 8. IV, 5 (1897), S. 37, 9. II, 5, S. 62, 10. III, 3, S. 195.
67. Ernst, A., Expos. nac. Caracas (1886), 400.
68. Everington, F. E., Kassavastärke und ihre Verwendung. Chem.-techn. Fabrikant. Beiblatt z. Seifensieder-Ztg. **17** (1920), 171.
69. Fauchère, A., Une plante à fécule de Madagascar, le »Tacca umbrarum«. Journ. d'Agriculture tropicale **13** (1913), 316.
70. Favre, J., Dictionn. univ. de cuisine (Encycl. d'Hygiène alimentaire). Paris **1** (1894), 171.
71. Fechner, P. P., Die Anwendung von Farbstoffgemischen als Hilfsmittel in der Microscopie. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **41** (1921), 170.
72. Flückiger, Über das spez. Gewicht des Amylums. Ztschr. f. analyt. Chemie **5** (1866), 302.
73. Flückiger, Pharmakognosie (1891). 1. S. 249, 2. S. 248, 3. S. 711, 4. S. 242, 5. S. 713.
74. Foerster, Ber. d. Landwirtschaftl. Kontrollstation. Berlin (1915).
75. Fortgens, J., Sago en Sagopalmen. Bull. Kolon. Mus. Haarlem **44** (1909).
76. Francis, C. K., u. Smith, O. C., The starches of the grain sorghum. Bull. Oklahama agr. Exper. Stat. **110** (1916).
77. Fricke, K. u. Lünning, O., Über den chemischen Nachweis von Maismehl in Back- und Teigwaren. Ztschr. Unters. Nahrungs- und Genußmittel **45** (1923), 69.
78. Gaisser, K., Die Produktion der Eingeborenen des Bezirkes Sokode-Bassari (Schutzgebiet Togo). Mitt. a. d. deutschen Schutzgebieten **25**. Berlin (1912).
79. Gerum, J., Über den Ausmahlungsgrad der Mehle. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **37** (1919), 145.

80. Gillis, J., Bull. Soc. Chim. Belgique **30** (1921); Chem. Ztrbl. **1** (1922), 358.
81. Gintl, Weltausstellungsbericht 1874.
82. Gintl, Dinglers Polytechn. Journal **214**, 225.
83. Gintl, Appreturmittel, in Wiener Ausstellungsbericht (1874).
84. Giordane, Génie industr. (1893), 306.
85. Goldbeck, C., Neue Verfahren der Weizenstärkeindustrie. Chem. Zeitg. **40** (1916), 829.
86. Goodson, Dakamballistärke. Analyst. **47** (1922), 205; Chem. Ztrbl. **3** (1922), 835.
87. Gräbner u. Zinz, Die Kultur von Typha. Angewandte Botanik **1** (1919), 100.
88. Griebel, C., Verwendung der Wurzelstöcke des Adlerfarns. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **32** (1916), 447.
89. Grimme, Cl., Über Maniokmehl. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **41** (1921), 172.
90. Grimme, Cl., Über einige Hülsenfrüchte aus der Levante und aus Kamerun. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **40** (1920), 37.
91. Hager-Mez, Das Mikroskop und seine Anwendung.
92. Hals u. Heggenhougen, Tidskrift for Kemi, Farmaci og Terapi **21/23** (1916); Jahresb. f. Agrikulturchemie (1916), 239.
93. Hammerstein, Die Landwirtschaft der Eingeborenen Afrikas. Beihefte zum Tropenpflanzer 2/3, **22** (1919).
94. Hanausek, T. F., Über das Bananenmehl u. seine mikroskopische Bestimmung. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **20** (1910), 219.
95. Hanausek, T. F., Archiv f. Chemie und Mikroskopie **4** (1912).
96. Hanbury u. Flückiger, Pharmacographia.
97. Hansen, Verfahren zur Herstellung von Kartoffelstärke durch Bakteriengärung unter Luftabschluß. Ztschr. f. Spiritusindustrie **38** (1915), 403.
98. Hansen u. Mez, Farnwurzel als Ersatzfuttermittel für Schweine. Deutsch. landw. Presse **43** (1916), 193.
99. Harms, H., Über einige Leguminosen des trop. Afrika mit eßbaren Knollen. Notizbl. d. bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem **5** (1911), 199.
100. Hayduck, F., Chem. Technologie der Gärungsgewerbe, Nahrungs- und Genußmittel (1915).
101. Heiduschka, A., Über die Verwertung von Roßkastanien. Pharm. Ztrlh. **59** (1918), 291.
102. Hendrik, J., Die Rhizome des Adlerfarns und ihr Nährwert. Chem. News. **121** (1920); Chem. Ztrbl. **3** (1921), 43.
103. Heron u. Brown, Beiträge zur Geschichte der Stärke und der Verwandlung derselben. — Liebigs Annalen **199** (1877), 165.
104. Herstein, Geschichte der Stärke. Journ. of Ind. and Eng. Chemistry **3** (1911).
105. Herter, W., Roßkastanienmehl. Der Müller, Pößneck **38** (1916), 314.
106. Herter, W., Zur mikroskopischen Untersuchung stärkehaltiger Nahrungs- u. Futtermittel. Ztschr. f. d. ges. Getreidewesen **8** (1916), 44.
107. Herter, W., Brotuntersuchung mit dem Farbgemisch »Schwarz-weiß-rot«. Ztschr. f. ges. Getreidewesen **9** (1917).
108. Herter, W., Die Untersuchung der Weizen- und Roggenstärke auf Grund ihrer Verkleisterungstemperatur. Textilber. über Wissenschaft, Industrie und Handel **1** (1920).
109. Herter, E., u. Meyer, E., Verkleisterungstemperatur von Roggen- und Weizenstärke. Ztschr. f. ges. Getreidewesen **12** (1920), 43.
110. Herzog, R. O., u. Jahnke, W., Über den physikal. Aufbau einiger hochmolekularer org. Verbindungen. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **53** (1920), 2162.
111. Hessler, S., Physik. Wien (1854), 48 der Tabellen.
112. Heyne, K., De nuttige Planten van Nederlandsch-Indie. (Buitenzorg). Batavia. 1. Teil I 1913; 2. Teil II 1916; 3. Teil III 1917; 4. Teil IV 1917.
113. Hock, M., Wiesner, Mikroskop. Untersuchungen 79; s. auch Nr. 246.
114. v. Höhnel, Die Stärke und die Mehlprodukte (1882), 1. S. 63, 2. S. 8, 3. S. 10 u. 39, 4. S. 11, 5. S. 10, 6. S. 7, 7. S. 59, 8. S. 6 u. 59, 9. S. 40, 10. S. 23, 11. S. 67.
115. Honcamp, Zimmermann und Blanck, Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Kriegsfuttermittel. Landw. Versuchsstation **89** (1917), 409; Chem. Ztrbl. **2** (1919), 20.
116. Hubert, P., et Dupret, E., Le Manioc. Paris (1910).
117. Huss, H., Untersuchungen über die Quellung der Stärkekörner. Arkiv för Botanik **18** (1922/23), Heft 2/3.
118. Jumelle, H., Plantes alimentaires. Paris (1901).
119. Jumelle, H., Les plantes à tubercules alimentaires. Paris (1910).
120. Jumelle, H., Les Cultures coloniales. Plantes à fécule et céréales. Paris (1912).
121. Jungk, Poggendorffs Annalen (1875).
122. Karrer, P., Nägeli, C., Hurwitz, O., u. Wälti, A., Polysaccharide 8. Helv. chim. Acta **4** (1921), 678; Chem. Ztrbl. **1** (1922), 320.
123. Karrer, P., Unters. über polymere Kohlehydrate. Ztschr. f. angew. Chemie **35** (1922), 85.
124. Knuth, R., Dioscoreaceae, Engler, Pflanzenreich IV. **43** (1924).
125. Koch, O. F., Über Chayote. Tropenpflanzer **11** (1907), 704.
126. Kochs, J., Beiträge zur Kenntnis der Zusammensetzung einiger Früchte. Angewandte Botanik **4** (1922), 113.
127. Kochs, J., Über die Verwertung von Schilf- und Typhawurzeln. Landw. Jahrbücher **57** (1922), Erg.-Bd. I, 125.
128. Kofler, L., Typha als Stärkepflanze. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **35** (1918), 266.

129. Kohmann, E. F., Maisstärke, ihre Entfärbung und ein neues Verfahren zu ihrer Herstellung. Journ. Ind. and Eng. Chem. **14** (1922), 415.
130. Kolkwitz, Beiträge zur Biologie der Florideen. Wiss. Meeresunters. Kom. Unters. Deutsche Meere. 11. Folge, 4. Band, Abteil. Helgoland. Heft 1 (1900).
131. König, J., Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genußmittel (bearb. v. A. Bömer), Bd. I (1903), 1. S. 738, 2. S. 738, 3. S. 584.
132. König, J., Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genußmittel, Bd. III. 2. 1914 1 u. 2. S. 542, 3. S. 542, 4. S. 544, 5. S. 522, 6. S. 550, 7. S. 548, 8. S. 546, 9. S. 554, 10. S. 555.
133. König, J., Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genußmittel. Nachtr. zu Bd. I B (1923). Bearb. von Großfeld und Splittgerber, 1. S. 1122, 2. S. 56, 3. S. 217, 4. S. 82, 5. S. 68, 78, 81, 6. S. 289, 7. S. 66, 8. S. 79 ff., 9. S. 237, 10. S. 217, 236, 11. S. 295 u. 234, 12. S. 285 u. 295, 13. S. 217 u. 289, 14. S. 184 u. 217.
134. König, J., Untersuchung landwirtschaftl. u. landwirtschaftl.-gewerbl. wichtiger Stoffe. V. Aufl., Bd. I (1923).
135. König u. Bartschat, Nachweis von Roggenmehl in Weizenmehl. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **46** (1923).
136. Kopp, Geschichte der Chemie **4** (1847).
137. Koschny, Th. F., Ein Beitrag zum Kapitel Bananen. Tropenpflanzer **11** (1907), 724.
138. Krause, K., Aponogetonaceae. Engler, Pflanzenreich. 24. Heft (IV, **13**) (1906), p. a.
139. Krizkowsky, O. K. A., Die Fabrikation der Weizenstärke. Ztschr. f. Spiritusindustrie **46** (1923).
140. Kruyff, E. de, Cassave, its cultivation and manufacture. Trop. Agriculturist and Magazin **29** (1907), 289.
141. Küster, E., Über die Schichtung der Stärkekörner. Ber. d. deutsch. bot. Ges. **31** (1913).
142. Lang, Ztschr. f. experimentelle Pathologie (1910).
143. Langley, R. W., The composition of some edible seeds from China. Journ. of Amer. Chem. Soc. **29** (1907), 1513.
144. Laskowsky, W., Fortschritte auf dem Gebiet der Stärke und Gärungsindustrie 1914—19. Chem. Ztg. **44** (1920).
145. Lewis, J. P., Manic Cultivation. Trop. Agriculturist and Magazin **26** (1906).
146. Lippmann, Jahresbericht der Chemie (1861), 715.
147. Lommel, Die Stärke der Taccaknollen. Pflanzer **1** (1905), 207.
148. Lottermoser, A., Die Konstitution der Jodstärke. Ztschr. f. angew. Chemie **34**, 427.
149. Luerssen, Handb. d. Botanik **2** (1882), 81.
150. Mangenot, **1.** Compt. rend. soc. de biologie **84**, 406 ff., Lyon Faculté des Sciences; Chem. Ztrbl. **1** (1921), 1021; **2.** Sur l'amidon des Algues Floridées. Compt. rend. Acad. Sc. Paris **176** (1923), 183.
151. Mannich, C., u. Lenz, K., Über eine Methode zur polarimetrischen Bestimmung der Stärke in Calciumchloridlösung. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **40** (1920), 1.
152. Marloth, R., The Flora of South-Africa, Bd. I (1913), 99.
153. Martius, Flora brasiliensis IV, **1**, 416.
154. Matthiae, Die Stärke und ihre Verwertung in der Industrie (1915).
155. Maurizio, A., Die Nahrungsmittel aus Getreide (1919), 153.
156. Meyer, Arthur, Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena (1895).
157. Meyer, Arthur, Botan. Ztg. (1899), 372 ff.
158. Meyer, Arthur, Über Stärkekörner, welche sich mit Jod rot färben. Ber. d. deutsch. bot. Ges. **4** (1886), 337.
159. Moeller, J., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. Aufl. Berlin (1905).
160. Moeller, J., Lehrbuch der Pharmakognosie (1888).
161. Moeller, J., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886. **1. 95**; **2. 145.**
162. Moser, Über die Zusammensetzung der Wurzelknollen von Dioscorea edulis. Landw. Versuchsstat. **20**, 113.
163. Münter, J., Über das Amylum der Gloriosa superba L. etc. Botan. Ztg. **3** (1845), 193.
164. Musspratt, Enzyklopädisches Handbuch der techn. Chemie **7** (1900).
165. Nagel, C., Verarbeitung von Kastanienmehl auf Alkohol. Zschr. f. Spiritusindustrie **40** (1917), 238.
166. Nägeli, C., Die Stärkekörner. Zürich (1858), **1.** S. 405 u. 472, **2.** S. 425, **3.** S. 126 u. 418, **4.** S. 409, **5.** S. 440, **6.** S. 441, **7.** S. 504.
167. Neumann, B., Lehrb. der chem. Technologie und Metallurgie, 2. Aufl. Leipzig (1923).
168. Neumann, Brotgetreide und Brot (1914).
169. Oelker, A., Über Nitrostärke und ihre Verwendung zur Herstellung von Schieß- und Sprengstoffen. Ztschr. f. ges. Schieß- und Sprengstoffwesen **16** (1921), 192; Chem. Ztrbl. **4** (1921), 1288.
170. Oijen, L. van, Sago an Sagopalmen. Bull. kolon. Mus. Haarlem **44** (1909).
171. Ost, H., Chem. Technologie, Leipzig (1918).
172. Ott, E., Einige Beobachtungen über den Brechungsexponenten verschiedener Stärkesorten. Öst. botan. Zeitschr. (1899), 313.
173. Ott, E., Über die Härte vegetabilischer Fasern. Öst. botan. Ztg. (1900).
174. Padoa, M., Studien über spezifische Wärme. Gazz. chim. ital. **50**, 2 (1921), 312; Chem. Ztrbl. **3** (1921), 589.
175. Paerels, J. J., De chemische Samenstelling van de cassavewortel Cultura **31** (1919), 248.
176. Pantanelli, E., Ausnutzung der Zehrwurz zur Ernährung und zur Gewinnung von Stärke, Glukose und Alkohol. Staz. sperim. agrar. ital. **51** (1918), 69; Chem. Ztrbl. **2** (1918), 851.
177. Parow, E., Lehrbuch der Stärkefabrikation, Berlin (1908), 2. 184, 3. 237, 4. 51, 5. 46, 6. 79, 7. 169.
178. Parow, E., 1. Über Neuerungen in der Stärkefabrikation. Ztschr. f. Spiritusindustrie **46** (1923); 2. Über die Größenunterschiede der Stärkekörner verschiedener Kartoffelsorten. Ztschr. f. Spiritusindustrie **45** (1922), 103, 111, 119 u. 127.

179. Pax, F., Euphorbiaceae-Adrianeae. Engler, Pflanzenreich **44** (1910), Heft IV, 147, II.
180. Payen, M., Handb. der techn. Chemie **2**, 83; Deutsch v. Strohmann u. Engler.
181. Payen, M., Distribution de la substance amyglacée dans la racine d'Igname (Dioscorea alata) Compt. rend. Acad. Sc. **2** (1847), 147.
182. Peckolt, Th., Cycas revoluta L. in Brasilien. Ztschr. allg. öst. Apothekervereins **25** (1887), 256.
183. Peckolt, Th., Pharm. Rundschau **11** (1893), 35.
184. Pique, Die Herstellung von Wein aus Kolonialfrüchten. Bull. Ass. Chim. de Sucre et Dist. **39** (1922), 274; Chem. Ztrbl. **4** (1922), 325.
185. Pieraerts, J., Die Stärke von Dolichos multiflorus. Bull. Ass. Chim. de Sucre et Dist. **31** (1913), 230; Chem. Ztrbl. **1** (1914), 269.
186. Planchon et Juillet, Etude de quelques fécules coloniales. Ann. Mus. col. Marseille **17** (1909), 2. série 7.
187. Pommeranz, H., Stärke und Stärkepräparate in der Textiltechnik. Ztschr. ges. Textilind. **23** (1920).
188. Posner, C., Studien zur Mikroskopie von Mehl und Brot. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **29** (1915), 329.
189. Preckel, C., Verwendung von Kastanienmehl. Ztschr. f. Spiritusindustrie **38** (1915), 390.
190. Preuß, Die pflanzlichen Ausfuhrprodukte Neuguineas. Tropenpflanzer **13** (1909), 328.
191. Rask u. Alsberg, Viskosimetrische Untersuchungen von Weizenstärke. Cereal Chemistry **1** (1924), 7; Chem. Ztrbl. **2** (1924), 557.
192. Rehwald, Die Stärkefabrikation. Wien u. Leipzig (1911).
193. Reichert, Edw. Tys., The differentiation and specifity of starches. Washington (1913). **1. 1**, 209 u. **2**, 849; 2. **1** (1913), 210.
194. Reuß, B., Über Spaltenbildung bei Stärkekörnern. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **32** (1916), 269.
195. Reychler, A., Zusammenfassung einiger Arbeiten über Stärke. Bull. Soc. Chim. Belgique **29** (1920), 113.
196. Reychler, A., Über das Stärkekorn. Bull. Soc. Chim. Belgique **31** (1922).
197. Riddley, Agricult. Bull. Straits- and Fedder. Malay States **5** (1906).
198. Riechelmann, Zur Bestimmung der Stärke im Manihotmehl. Ztschr. f. öff. Chemie **27** (1921).
199. Rodewald u. Kattein, Über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., Berlin (1899), 628.
200. Rosenthaler, L., u. Stauffer, M., Beobachtungen an Stärkekörnern. Schweiz. Apoth.-Ztg. **61** (1923), 654; Chem. Ztrbl. **1** (1924), 451.
201. Rubehn, M., Die Kartoffelstärkegewinnung durch Stärkeabziehverfahren. Ztschr. f. Spiritusindustrie **43** (1920).
202. Rung, R., Die Bananenkultur. Petermanns geograph. Mitt., Erg.-Heft **169**. Gotha (1911).
203. Ruschmann, W., Über Bananen, Bananenplantagen und Bananenverwertung. Tropenpflanzer, Beih. 1/2, **23** (1920).
204. Saare, Die Fabrikation der Kartoffelstärke. Berlin (1897), 1. S. 2, 2. S. 4, 3. S. 81, 4. S. 372, 5. S. 244, 6. S. 513, 7. S. 360, 8. S. 350.
205. Samec u. Isajevic, Sur la composition du glycogène. Compt. rend. Ac. Sc. **176** (1923), 1419.
206. Schumann, K., Musaceae. Engler, Pflanzenreich, 1. Heft, **IV**, **45** (1900).
207. Schumann, K., Marantaceae. Engler, Pflanzenreich, 11. Heft, **IV**, **48** (1902).
208. Semler, Trop. Agrikultur, **1.** Aufl. **2**; 1. S. 647, 2. S. 724, 3. 2. Aufl. v. Hindorf I. (1897), 4. 1. Aufl. S. 677, 5. 2. Aufl. S. 719, 6. 2. (1887), S. 646, 7. 2. Aufl., 2, S. 773, 8. 2., S. 182, 9. 2., S. 179, 10. 2., S. 640, 11. 2., S. 784.
209. Senft, Pharm. Post **40** (1907), 265.
210. Soxleth, Ztschr. f. ges. Brauwesen (1880).
211. Spann, A., Einiges über Anbau und Verwertung des Taro in Japan. Tropenpflanzer **24** (1921), 108.
212. Sponsler, O. L., Struktureinheiten der Stärke, bestimmt mit der Röntgenstrahlenkristallmethode. Journ. Gen. Physiol. **5**, 557, Los Angelos; Chem. Ztrbl. **3** (1923), 834.
213. Staiger, Die Roßkastanie. Brennereiztg. **40** (1923), 33.
214. Stutzer, Das Flußgebiet der Ribeira de Iguapé im Süden des Staates São Paulo. Berlin (1910), 38.
215. Sucker, R., Biedermanns Ztrbl. f. Agrikulturchemie **3** (1873), 52.
216. Tauret, Ztschr. f. Spiritusindustrie **42** (1919), 101; Compt. rend. Ac. Sc. Paris **158** (1914).
217. Taubert, Engler-Prantl, Pflanzenfamilien, **III**, **3**, 195.
218. Thoms, H., Die Wurzelknollen der Typhaarten (Rohrkolben) als Viehfutter. Ber. Deutsch. Pharm. Ges. **26** (1916), 179.
219. Thomson, W., Journ. of Chemical Industrie (1886).
220. Trabut, L., La Chayote. Gouv. gén. de l'Algérie, Serv. bot., Bull. **23** (1901).
221. Tracy, S. M., I. Cassava. U. S. Departm. of Agric., Farmers Bull. No. **167** (1903); II. Cassava (In: Bailey, Cyclopaedia of American Agriculture Vol. **2**, New York (1907).
222. Tschirch, Pharmakognosie **2** (1912); 1. S. 195, 2. S. 178, 3. S. 161, 4. S. 193, 5. S. 176.
223. Tschirch, Stärkemehlanalysen. Archiv d. Pharm. **23** (1885), 551.
224. Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie **10** (1922), 1. S. 581, 2. S. 592, 3. S. 589.
225. Unna, E., Mikroskop.-färb. Nachweis von Weizen-, Roggen- und Kartoffelstärke nebeneinander. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **36** (1918), 49.
226. Vines y Noguer, Noticia de las Féculas de name blanco, Maranta Indias, Lorenes y Yuca dulce. Madrid (1885). — Just's botan. Jahresbericht **2** (1885), 418.

227. Virneisel, F., Über Stärke und Zellulose in der Papierfabrikation. Der Papierfabrikant **7** (1909).
228. Vogl, A., Vegetabilische Nahrungs- u. Genußmittel (1899); 1. S. 174, 2. S. 99, 3. S. 188, 4. S. 187, 5. S. 189, 6. S. 68, 7. S. 178, 8. S. 181, 9. S. 771.
229. Vogl, A., Nahrungs- u. Genußmittel (1872), Fig. 47, 1. Fig. 48.
230. Wallis, T. E., Einige Charakteristika der Weizenstärke. Pharmaceutical Journal **109** (1922).
231. Wallis, T. E., Florida Arrowroot von Zamia floridana, Pharmaceutical Journal **110** (1923); Chem. Ztrbl. **1** (1923), 1460.
232. Warburg, O., Die Pflanzenwelt; 1. Bd I (1913), 2. Bd. II (1916).
233. Wehmer, Die Pflanzenstoffe (1911); 1. S. 1, 2. S. 58, 3. S. 54, 4. S. 46, 5. S. 45, 6. S. 70, 7. S. 81, 8. S. 88, 9. S. 102, 10. S. 72, 11. S. 105, 12. S. 112, 13. S. 138, 14. S. 195, 15. S. 360, 16. S. 536, 17. S. 445, 18. S. 756.
234. Weiß u. Wiesner, Über die Einwirkung der Chromsäure auf Stärke. Botan. Zeitg. (1866), S. 97.
235. Wercklé, C., Gemüsepflanzen von Costarica. Tropenpflanzer 8 (1904), S. 136.
236. Wickelhaus, Der Stärkezucker. Leipzig (1913).
237. Wiedmann, Fr., Bestimmung der Kleiebestandteile im Mehl. Ztschr. Unters. Nahrungs- u. Genußmittel **41** (1921), 236.
238. v. Wiesner, Gummi und Harze (1869), 120 u. 122.
239. v. Wiesner, Techn. Mikroskopie (1867); 1. S. 72, 2. S. 204, 3. S. 212, 4. S. 206.
240. v. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. V. Aufl. (1906), S. 53.
241. v. Wiesner, Über die ältesten bis jetzt aufgefundenen Hadernpapiere. Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wiss. Phil. hist. Kl. **168** (1911).
242. v. Wiesner, Die mikroskop. Unters. des Papiers mit bes. Berücksichtigung der ältesten orientalischen u. europäischen Papiere. Mitt. a. d. Sammlung Papyrus. Erzherzog Rainer 2. und 3. Wien (1887).
243. v. Wiesner, Dinglers Polytechn. Journal **190** (1867), 154.
244. v. Wiesner, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissenschaften **64** (1874).
245. v. Wiesner, Fremdländ. Pflanzenstoffe (Wiener Ausstellungsber. 1873) II. 1. (1874), 133.
246. v. Wiesner, Mikroskop. Untersuchungen Stuttgart (1872); 1. S. 64, 2. S. 60, 3. S. 77, 4. S. 68, 5. S. 67, 6. S. 66, 7. S. 79, 8. S. 63, 9. S. 58, 10. S. 65, 11. S. 69, 12. S. 61.
247. Wildeman, E. de, Les Bananiers. Ann. Mus. col. de Marseille **20**, 2. série 10 (1912).
248. Wischin, R., Gleichzeitige Gewinnung von Stärke, Öl, Protein und Saponin aus Roßkastanien. D. R. P. 384 955. Ref. Ztschr. Spiritusindustrie **47** (1924), 228.
249. Wischo, F., Über die Gewinnung der Stärke aus Roßkastanien. Ztschr. allg. öst. Ap. Vereins **57** (1919).
250. Wohltmann, Tacca pinnatifida, die stärkemehlreichste Knollenfrucht der Erde. Tropenpflanzer **9** (1905), 120.
251. Zagordsky, M., Die Banane und ihre Verwertung. Beihefte z. Tropenpflanzer **15** (1911), 28.
252. Zikes, H., Edelkastanienmehl. Allgem. Ztschr. f. Bierbrauerei und Malzfabr. **44** (1916), 400.
253. Zimmermann, A., Pueraria Thunbergiana, eine japanische Futterpflanze. Pflanzer **6** (1910), 305.
254. Zimmermann, A., Die deutsch-ostafrikanischen Maniokvarietäten. Pflanzer **7** (1907).
255. Zimmermann, A., Die Raphiapalme und ihre Verwendung. Pflanzer **3** (1907), 161.
256. Zimmermann, A., Tacca pinnatifida Forst. Pflanzer **1** (1905), 113.
257. Zimmermann, A., Die Kultur und Verwendung der Chayote (Sechium edule). Pflanzer **2** (1906), 138.
258. Zimmermann, A., Zur Beurteilung der Rentabilität des Maniokanbaus zum Export nach Europa. Pflanzer **5** (1909), 193.
259. Zlataroff, Ass., Das Rhizom des Adlerfarns (Pteris aquilinum) als Stärkequelle. Sofia. Ztschr. Unters. Nahrungs- und Genußmittel **35** (1918).
260. Zwikker, J. L. L., L'action des enzymes amylotiques sur les grains d'amidon naturels et la structure colloidale de l'amidon. Rec. trav. bot. néerlandais **18** (1921).
261. Zwikker, J. L. L., Beitrag zur Kenntnis der Stärke. Rec. trav. chim. Pays-Bas. **40** (1922); Chem. Ztrbl. **3** (1922), 835.

W. von Brehmer.

Literatur

zur chemischen Charakteristik und Konstitution der Stärke.

262. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin (1903).
263. C. R. **138** (1904), 428.
264. C. R. **144** (1907), 504.
265. Ztrbl. für Agrikulturchemie (1881), 554.
266. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **142** (1906), 124.
267. v. Vogel, A. E. d. E., Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel, Wien (1899).
268. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **143** (1906), 400; vgl. Ch. Tanret, Bl. 4, 5 (1909), 902; ferner I. Wolff und A. Fernbach, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 1403.
269. Jena (1895).
270. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **29** c. (1896), 896 und **53** (1920), 2163.
271. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **151** (1910), 817.
272. Herzog, R. O., Chem. Technolog. organ. Verbindungen, Heidelberg (1912).
273. Brown u. Morris, Journ. of the chem. Soc. London **55** (1889), 449.

274. Liebigs Annalen d. Chemie **309** (1899), **282**.
275. Zusammenfassung vorangegangener Abhandlungen in Bulletin de la soc. chim. de Paris. (3) **35** (1906), I—XV; s. auch Maquenne, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **137** (1903), 88 u. **137** (1909), 1266; **138** (1904), 49, 213, 375; ferner E. Roux, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 440, 943; Bulletin de la soc. chim. de Paris (3) **33**, 471; L. Maquenne u. E. Roux, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 1303; **142** (1906), 95, 124, 1059.
276. Roux, E., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 1259.
277. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences Paris **146** (1908), 542; vgl. N. Castoro, Gazzetta chim. italiana **39** (1909), 603.
278. Ztschr. f. physikal. Chemie **33**, 579.
279. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **137** (1903), 718; vgl. Maquenne, Fernbach u. Wolff, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **138** (1904), 49 u. Fernbach u. Wolff, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **138**, 819.
280. Fernbach u. Wolff, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 1547.
281. Fernbach u. Wolff, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **142** (1906), 95.
282. Fernbach u. Wolff, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **146** (1908), 540; **152** (1911), 785; vgl. auch **149** (1909), 359. Andere Trennungsmethoden bei Maquenne l. c. I. Wolff, Anw. chim. analyt. appl. **10** (1905), 389 u. **11** (1906), 166; Botazzi u. Victorow, Atti della Reale Academia dei Linei Rendinenti Roma (5) **19** (1910), II, 7.
283. Ber. d. deutschen Chemischen Gesellschaft Berlin **57** (1924), 889.
284. Journ. of the chem. Soc. London **123** (1923), 266.
285. Pringsheim, H., Die Polysaccharide, Berlin (1923).
286. Pringsheim u. Eissler, Ber. d. deutschen chem. Gesellsch., Berlin **44** (1911), 2973.
287. M. Samec u. A. Mayer, Kolloidchemische Beihefte **13** (1921), 272.
288. Kolloidchemische Beihefte **5** (1913), 141; vgl. Samec u. Mayer l. c. und Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **173** (1921), 321.
289. Pringsheim, H., Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft Berlin **57** (1924), 1581; vgl. Hoenig u. Schubert, Monatshefte f. Chemie 8 (1887) 452.
290. Gatin-Gruzewska, Z., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **146** (1908), 540.
291. Boidin, C. R., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **137** (1903), 180.
292. Fernbach, A., u. Wolff, I., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **139** (1904), 1217; **140** (1905), 95.
293. Dieselben, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **144** (1907), 645.
294. Botazzi, P., u. Victorow, C., Atti della Reale Academia dei Lincei Rendinenti, Roma (5) **19** (1910), II, 7.
295. Castoro, N., Gazzetta chim. italiana, **39** (1906), I, 603.
296. Gatin-Gruzewska, Z., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **148** (1909), 578.
297. Vgl. Shimoyama, Beitr. z. Kenntnis d. japan. Klebreises. Diss. Straßburg 1886; Dafert, Beitr. z. Kenntnis d. Stärkegruppe, Landw. Jahrb. 1886; Arth. Meyer (vgl. Nr. 287), 80 u. dieses Werk, II. Aufl., 53.
298. Liebigs Annalen d. Chemie **309** (1899), 282 u. **324** (1902), 212.
299. Hoppe, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **4** (1871), 15.
300. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **43** (1910), 2398; siehe auch Peratoner u. Tamburello, Bericht d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin 36 (1903), 3407; Stenhouse, Ann. **123** (1861), 191; Brand, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **27** (1894), 808; Kiliani u. Bazler, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **27** (1894), 3115 u. **28** (1895), 34.
301. Pictet u. Sarasin, Helvetica chimica acta **1** (1918), 87.
302. Pringsheim, H., Die Polysaccharide, Berlin (1923), 23.
303. Helv. chim. acta (1921), 817.
304. Über Änderung des Wasserdampfdrucks des Stärkekleisters m. steig. u. fall. Wassergehalte siehe Rakowski, Journ. d. russ. chem.-physikal. Gesellschaft **43**, 170 u. 186; Chem. Ztrbl. **1** (1911), 1479 u. 1480; Ztschr. f. Ch. u. Ind. d. Koll. **9**, 225; Chem. Ztrbl. **2** (1911), 171 u. **1** (1912), 970.
305. Saare, Die Fabr. d. Kartoffelstärke, Berlin (1897) u. E. Parow, Lehrb. d. Stärkefabr., Berlin **1** (1908).
306. Wolff, I., u. Fernbach, A., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences. Paris **143** (1908), 363; vgl. dieselben, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **140** (1905), 1403.
307. Wolff, I., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **141** (1905), 1046.
308. Liebigs Annalen d. Chemie **199** (1908), 165.
309. Soxleth, Ztrbl. f. Agrikulturchemie (1881), 551.
310. Zulkowsky, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **13** (1876), 1395.
311. Zulkowsky, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **23** (1890), 3295.
312. Weitere Literatur in Gmelin-Kraut, Handb. d. anorgan. Chemie, Heidelberg (1909), 1. Abt. 2. 307.
313. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **20** (1887), 688; vgl. C. Meinecke, Chemiker-Zeitung **18** (1903), 157; F. E. Hale, Journ. of the Americ. Chem. Society **28** (1902), 438; siehe auch Lottermoser, Ztschr. f. angew. Chemie **34** (1922), 427.
314. Ztschr. f. angew. Chemie 1888, 18.
315. Liebigs Annalen d. Chemie **283** (1896), 361.
316. s. Nr. 287.
317. Chem. Ztrbl. **1892**, I, 348, 740; II, 530, 935; **1894**, II, 895; **1895**, II, 26; **1897**, I, 805; Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **114** (1892), 128, 789, 1366; **117** (1894); 231, 461; **118** (1894), 743.

318. Hale, F. E., l. c. vgl. Barger u. Field, Journ. of the chem. Soc. London **101** (1912), 1394 u. Harrison, Ztschr. f. Kolloidchemie **9** (1911), 5.
319. Ztschr. f. physikal. Chemie **33** (1900), 579.
320. Bot. Ztg. **57** (1899), 377.
321. Bezügl. der Zusammensetzung der Jodstärke siehe auch Seyfert, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **21** (1888), Ref. 298; M. Padoa u. B. Savare, Atti della Reale Academia dei Lincei Rendinenti, Roma **514** (1905), I, 467.

Bezügl. Abhängigkeit d. Bildung d. Jodstärke von der Gegenwart von Perjodiden Ch. K. Tinkler, Proceedings of the Roy. Soc. London **23** (1907), 137; Kennzeichnung als feste Lösung von Jodinstärke M. Katagama, Ztschr. f. anorgan. Chemie **56** (1907), 209.
322. Kolloidchem. Beihefte **16** (1922), 80.
323. Kolloidchem. Beihefte **10** (1919), 289.
324. Liebigs Annalen d. Chemie **428** (1922) 1.
325. Pringsheim, H., u. Eissler, K., Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **46** (1913), 2968; **47** (1914), 2571.
326. Pringsheim u. Steingroever, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **57** (1924), 1579.
327. Pringsheim u. Steingroever, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **57** (1924), 753.
328. Fenton u. Gosling, Journ. of the chem. Soc. London **75** (1899), 423; **79** (1903), 361.
329. Karrer, Helvetica chimica acta **3** (1920), 258.
330. Liebigs Annalen d. Chemie **210** (1880), 295.
331. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **21** (1888), Ref. 454; vgl. dagegen v. Asbeth, Chem. Ztrbl. **1887**, Rep. 447; bezügl. der Zusammensetzung d. Baryumstärke m. konst. Gehalte von 19 : 8 % BaO.
332. Wroblewski, Chemiker-Zeitung, Cöthen **22**, 375; Chem. Ztrbl. **1891**, I, 191; Journ. de pharmacie **8**, 314; Pharm. Zentr.-Hoppe-Seyler, Ztschr. f. physikal. Chemie **39** (1898), 870; Chem. Ztrbl. **1899**, I, 191.
333. Kolloidchem. Beihefte **6** (1914), 30.
334. Kalzium- u. Bariumstärke siehe Nr. 332.
335. Sohst u. Tollens, Chem. Ztrbl. (1887), 99.
336. Herzfeld, Liebigs Annalen d. Chemie **220** (1883), 364.
337. Chem. Ztrbl. **1892**, II, 164.
338. Lintner, Ztschr. f. angew. Chemie (1890), 364.
339. v. Asboth, Chem. Ztrbl. **16** (1890), 1517 u. 1560.
340. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **26** (1893), 2520.
341. Braconnot, Liebigs Annalen d. Chemie **7**, 249; 29 (1939), 38; Buys, Liebigs Annalen d. Chemie **45** (1890), 97.
342. Béchamp, Annales de chimie et de physique (3) **64** (1862), 311 u. Reichardt, B. 8 (1875), 1020.
343. Mühlhäuser, O., Dinglers polytechnisches Journ. **284** (1892), 137.
344. Journ. of the Society of Chemical Industry **27** (1908), 543.
345. Blondeau de Carolles, Liebigs Annalen d. Chemie **32** (1839), 416; Fehling, Liebigs Annalen d. Chemie **55** (1845), 13; Hoenig u. Schubert, Monatshefte für Chemie **6** (1885), 708 u. **7** (1886), 429.
346. Journ. of the Society of Chemical Industry **28** (1909), 228.
347. D. R. P. 200 145 vom 6. März 1907; Chem. Ztrbl. **29** (1905), 527; A. Michael, Journ. of the Americ. Chem. society **5** (1884), 359; Zd. H. Skraup, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **32** (1899), 2413.
348. Journ. d. russ. chem.-physikal. Gesellschaft **36** (1904), 905.
349. Monatshefte f. Chemie **22** (1901), 1049.
350. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft Berlin **55** (1922), 1409.
351. Dissert. Heidelberg 1910.
352. Dissert. Hannover 1920.
353. Recueil d. trav. chim. d. Pays-Bas (3) **35** (1916), 320.
354. Cross, Ch. Fr., B. I. Bevan u. I. Fr. Briggs, Proceedings of the Roy. Soc. London **23** (1907), 90; Journ. of the chem. Soc. London **91** (1907), 612.
355. Ost, H., I. Westhoff u. L. Gessner, Liebigs Annalen d. Chemie **382** (1911), 340.
356. Denham u. Woodhouse, Journ. of the chem. Soc. London **103** (1913), 1735; **105** (1914), 2957; Karrer, Helvetica chimica acta **3** (1920), 620; Karrer u. Naegeli, Helvetica chimica acta **4** (1921), 105; Karrer, Naegeli, Hurwitz u. Wälti, Helvetica chimica acta **4** (1921), 678.
357. Address to the Brit. Assoc. in Hull 1922.
358. Chem. Ztrbl. **1897** I, 395 u. 399; **1897** II, 456; **1899** I, 160.
359. Therapeut. Monatsh. **10**, 608.
360. Liebigs Ann. **324** (1902), 201; Reichard, Ztschr. f. d. ges. Brauwesen **31** (1908), 160.
361. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **49** (1916), 231.
362. Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **52** (1919), 1594.
363. Fermentforschung **2** (1919), 304.
364. Kaufmann, W. v., Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **50** (1917), 198; M. Jacoby, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **52** (1919), 558; v. Kaufmann u. Lewite, Ber. d. deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin **52** (1919), 616; H. Sallinger, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **52** (1919), 651; C. Wohlgemuth, Biochemische Ztschr. **94** (1919), 213 u. **99** (1919), 316.
365. Kolloidchem. Beihefte **13** (1921), 165.
366. Am. Journ. of Physiol. **15** (1906), 412.
367. Biochemische Ztschr. **46** (1912), 121.
368. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **152** (1911), 902.
369. Le Radium **9** (1912), 230.

370. Fouard, E., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **146** (1908), 285 u. 978; **147** (1908), 813 u. 931; **148** (1909), 502; Maquenne, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **146** (1908), 317.
371. Vgl. dagegen L. Wacker, Ber. **41** (1908), 261 u. **42** (1909), 2675, welcher mittels seiner kalorimetrischen Methode der Molekulargewichtsbestimmung zum Schlusse gelangt, daß der löslichste Teil der Stärke nur 5 Hexosereste enthält.
372. Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **154** (1912), 617.
373. Chem. Ztrbl. **1912** II, 1248.
374. Compt rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **155** (1912), 617.
375. Wolff, I., u. Fernbach, A. C., Compt. rendus de l'Acad. d. sciences **140** (1905), 1403; vgl. Ch. Tanret, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **148** (1909), 1775.
376. Journ. f. prakt. Chemie **34** (1888), 373.
377. Kolloidchemische Beihefte **7** (1915), 137.
378. Chem. Ztrbl. **1909** II, 1399.
379. Chem. Ztrbl. **1908** II, 560.
380. Rodenwald u. Kattein, Sitzber. Kgl. preuß. Akad. d. W. **24** (1899), 628.
381. Skraup, Zd., Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **32** (1899), 2413.
382. Brown, H. T., u. Miller, J. H., Proceedings of the Roy. Soc. London **15** (1899), 13
383. Claassen, Patentbl. **19** (1896), 777.
384. Liebigs Annalen d. Chemie **324** (1902), 201.
385. Friedenthal, A., Zentr. Physiol. **12** (1899), 849.
386. Trust chimique Lyon, Chem. Ztrbl. **1902** II, 836.
387. Schrader, R., Chem. Ztrbl. **1904** I, 976.
388. Kantorowicz, J., Chem. Ztrbl. **1905** I, 643.
389. Kindscher, H., Chem. Ztrbl. **1908** II, 551.
390. Stolle u. Kopke, Chem. Ztrbl. **1908** II, 551.
391. Monatshefte f. Chemie **22** (1901), 1049.
392. Monatshefte f. Chemie **26** (1905), 1415.
393. Kolloidchem. Beihefte **7** (1915), 137.
394. Während Salomon, Journ. f. prakt. Chemie (2) **28**, 82; Pellet, Compt. rendus de l'Acad. d. sciences, Paris **2**, 450; Johnson, Journ. of the chem. Soc. London **73** (1898); 490; Lintner u. Düll, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **28** (1895), 522; H. Diersen, Ztschr. f. angew. Chem. **16** (1903), 122, die Maltose unter den Produkten der Säurehydrolyse der Stärke nicht vorgefunden haben, wurde sie beim Säure-Abbau nachgewiesen durch Morris, Proceedings of the Roy. Soc. London (1898); Rolfe u. Defren, Journ. of the chem. Soc. London **18** (1896), 869; Rolfe u. Haddock, Journ. of the chem. Soc. London **25** (1903), 1015; Fernbach u. Schoen, Bulletin de la soc. chim. de Paris (4) **11** (1912), 303.
395. Küster in Arth. Meyers Monographie gegenüber Lintner u. Düll, Bericht der deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **1893**, 2544.
396. Arth. Meyer l. c. Brown u. Morris, Journ. of the chem. Soc. London (1885).
397. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft Berlin **13** (1880), 1395.
398. Journ. für prakt. Chemie **28** (1889), 82.
399. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft Berlin **26** (1893), 2533; vgl. Tollens, Handb. d. Kohlenhydrate **2** (1895), 203.
400. Hoppe-Seyler, Ztschr. f. physiol. Chemie **2** (1878), 184.
401. Liebigs Annalen d. Chemie **199** (1879), 165.
402. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **23** (1890), 3060; siehe auch Lintner u. Düll, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **26** (1893), 240.
403. Schifferer, Dissert. Kiel 1892.
404. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **23** (1890), Ref. 461.
405. Ztschr. f. angew. Chemie **17** (1904), 1169.
406. Journ. d. russ chem.-physikal. Gesellschaft **39** (1907), 427.
407. Journ. d. russ. chem.-physikal. Gesellschaft **40** (1908), 932.
408. Journ. of the Society of Chemical Industry **30** (1911), 784.
409. Bulletin de l'Acad. roy. Belgique **1910**, 515, 848; Bulletin de l'Acad. roy. Belgique **1911**, 213; Revue générale de Chimie pure et appl. **14** (1911), 169; Bulletin de la soc. chim. de Paris (4) **9**, 586; Bulletin de l'Acad. roy. Belgique **1911**, 897.
410. Bl. Soc. Belg. **25** (1910), 249.
411. Journ. of the chem. Soc. London **25** (1888), 579.
412. Dissert. Halle 1879.
413. Ztschr. ges. Brauwesen **1891**, 281; vgl. dagegen Ost, Chemiker-Zeitung, Cöthen **1895**, 1501 u. Ulrich, Chemiker-Zeitung, Cöthen 1523.
414. Wochenschr. f. Brauerei 1894.
415. Mitt. d. österr. Versuchs-Stat. f. Brauerei u. Mälzerei, 7. Heft.
416. Weitere Literatur i. Lehrb. d. organ. Chemie von Vikt. Meyer u. P. Jacobsen, 1. Bd., 2. Abt., Leipzig (1913), 1029 ff.
417. Wochenschr. Brauerei **22**, Nr. 3 u. 5.
418. Kolloidchem. Beihefte **6** (1914), 23.
419. Pringsheim, H., u. Fuchs, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **56** (1923), 762; Pringsheim u. Schmalz, Biochemische Ztschr. **142** (1923), 108; Pringsheim u. Beiser, Biochemische Ztschr. **148** (1924), 336.
420. Pringsheim u. Wolfsohn, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **57** (1924), 887.
421. Siehe hierzu C. Oppenheimer, Die Fermente, Leipzig (1913), 274 ff.
422. Pringsheim, H., Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **57** (1924), 1583.
423. Z. f. Unters. v. Nahr.- u. Genußm. **6** (1903), 874; Wiener Klin. Wochenschr. (1904) Nr. 8; Ztrbl. f. Bakter. II **14** (1905), 772; **19** (1907), 161; **22** (1909), 98; **29** (1911), 188.
424. Pringsheim u. Langhans, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **45** (1912), 2533; Pringsheim u. Eissler, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft,

Berlin **46** (1913), 2959; Pringsheim u. Aronowsky, Berichte d. deutschen chem. Gesellsch., Berlin **54** (1921), 1281; Pringsheim u. Dernikos, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **55** (1922), 1433; Pringsheim u. Persch, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft **55** (1922) 1428; Biltz u. Truthe, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **46** (1913), 1377; vgl. auch Karrer, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **55** (1922), 2854; sowie Karrer u. Bürklin, Helvetica chimica acta **5** (1922), 181.

425. Karrer u. Naegeli, Helvetica chimica acta **4** (1922), 169.
426. Pringsheim, Die Polysaccharide, Berlin 1923.
427. Monatshefte f. Chemie **22** (1901), 1049.
428. Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **46** (1913), 2959.
429. Karrer u. Naegeli, Helvetica chemica acta **4** (1921), 264; Karrer, Naegeli, Hurwitz u. Wälti, Helvetica chimica acta **4** (1921), 678.
430. Bergmann u. Beck, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **54** (1921), 1575.
431. Pringsheim u. Fuchs, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **56** (1923), 1762; Pringsheim u. Schmalz, Biochemische Ztschr. **142** (1923), 108; Pringsheim u. Beiser, Biochemische Ztschr. **148** (1924), 396.
432. Pringsheim, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft **57** (1924), 1581.
433. Pringsheim, Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft, Berlin **57** (1924), 1581.

S. Zeisel.

Vitamine.

(F. Boas.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Definition und Einteilung der Vitamine	1999
II. Darstellungsversuche der Vitamine	2003
III. Bildung und Wirkung einzelner Vitamine	2004
IV. Über den Vitamingehalt häufigerer Rohstoffe	2005
V. Vitaminhaltige Handelspräparate	2008
VI. Literatur	2008

I. Definition und Einteilung der Vitamine.

Vitamine sind Erzeugnisse des Stoffwechsels der Pflanzen, namentlich der mit Chromatophoren ausgestatteten Kohlenstoffautotrophen. Damit ist bereits eine Beziehung zwischen Vorkommen und Lichtwirkung (Strahlenwirkung) angedeutet. Vielleicht sind die Vitamine besondere Zustandsformen einzelner sonst häufigerer Körper, bei Vitamin B scheinen gewisse optische Zustandsformen von Aminosäuren vorzuliegen.

Neben den C-autotrophen Pflanzen sind auch einzelne C-heterotrophe besonders reich an Vitaminen, so z. B. die Hefe. Nach Euler und Rydbom (14) sollen auch Säugetiere die Fähigkeit haben, in freilich unzureichendem Grad, Eulers Faktor 1D und ebenso das Vitamin A 1 selbst zu bilden. In der Physiologie versteht man unter Vitaminen eine Klasse von Substanzen, deren einzelne Vertreter für den normalen Stoffwechsel nötig sind, die aber nicht dazu beitragen, die Bedürfnisse dieser Organismen an Aschenbestandteilen, stickstoffhaltigen Stoffen und energieliefernden Nahrungsteilen zu decken. So seien im Anschluß an Funk (1) und Willman (2) hier die Vitamine definiert.

Man erkennt Vitaminmangel trotz der Zufuhr hinreichender Kalorien- und Aschenmengen 1. am Wachstumsstillstand (Wachstumsvitamine) oder am schlechten Wachstum der Versuchsorganismen (Ratten, Meerschweinchen, Hefe, Sclerotinia, Bakterien); 2. am Auftreten ganz bestimmter Stoffwechsel- und Nervenkrankheiten wie Rachitis (englische Krankheit), Beriberi (Malaienname), »Kakke«, der Japaner) und Skorbut. Diese als Avitaminosen bezeichneten Mangel- oder Insuffizienskrankheiten verschwinden, sofern sie nicht zu weit vorgeschritten sind, meist rasch nach Zugabe vitaminhaltiger Nahrung wie Lebertran, Leinsamen, Reiskleie (oder Kleie überhaupt), Hefe, Kartoffeln, Spinat (Gemüse), Obst, Milch und Fleisch.

Aus der Bezeichnung »Vitamine«, die von C. Funk (1) 1912 stammt, darf nicht abgeleitet werden, daß Vitamine stickstoff- oder aminhaltig sind. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, daß Williams (3) im Vorhandensein des Betainringes die aktive Gruppe der Vitamine gefunden zu haben glaubte. Der an sich nicht völlig zweckentsprechend gewählte Name ist rasch populär geworden. Andere Autoren verwandten und verwenden andere Bezeichnungen. Fr. Hofmeister (4) wählte die Begriffe »Antineuritin« und »Antiskorbutin«, McCollum (6) den der »protektiven Substanzen«, Hopkins (7) spricht von einem »akzessorischen Nahrungsfaktor«. Von Abderhalden und Schaumann (8) stammt für das antineuritische (Beriberi) Vitamin die Bezeichnung »Eutonin« und für das wasserlösliche Wachstumsvitamin der Name »Nutramin«. Bottomley (10) spricht von Auximonen und A. Palladin (11) ganz besonders vorsichtig nur von »Nahrungsfaktoren unbekannter Natur«. Von R. Berg (12) stammt die Bezeichnung Kompletin, die sich weitgehend mit Röhmanns (13) »Ergänzungskörpern« deckt. Auch die Bezeichnung Nahrungshormone wurde vorgeschlagen. Die Amerikaner haben die einzelnen Vitamine einfach mit Buchstaben versehen und sagen z. B. fettlös-

licher Faktor A, wasserlöslicher Faktor B usw.

Außer den genannten Forschern haben sich um die Vitaminlehre ferner verdient gemacht Berg, Boruttau, Stepp, Röhmann, Osborne und Mendel, Steenbock und viele andere. Zurzeit lassen sich mindestens sechs Vitamine unterscheiden, nämlich:

A. Lipovitamine.

Die Lipovitamine finden sich reichlich in Butter, Lebertran, in lipoidreichen Pflanzenteilen, wie getrockneter Spinat, in *Daucus Carota* in der Erdnuß, besonders aber in gelben Maissamen. Die Lipovitamine entfalten zwei Wirkungen, nämlich: a) eine antixerophthalmische und ernährungsfördernde und b) eine den Mineralstoffwechsel und die Ernährung fördernde.

Man kann die Lipovitamine folgendermaßen einteilen:

1. Vitamin A, ein Wachstumsvitamin, das antixerophthalmische Vitamin;
2. Vitamin E, das antirachitische Vitamin;
3. Vitamin F, das problematische Antisterilitäts- und Fortpflanzungsvitamin. Das von Evans (13c) angegebene Fortpflanzungsvitamin „E“ (hier als F bezeichnet) ist unsicher, da nach Nelson Jones, Parks und Fulmer (13b) Vitamin B an sich schon die Fruchtbarkeit der Muttertiere erhöht und die Aufzucht der Jungen erleichtert, wodurch die Existenz eines eigenen „Vitamins E“ als Fruchtbarkeitsvitamin unsicher wird. Nach Sure (13a) läßt sich das Fortpflanzungsvitamin mit Äther, Benzol und Azeton aus Weizenkeimlingen ausziehen.

B. Alkohollösliches Vitamin.

4. Das Vitamin B (das antineuritische Vitamin Eijkmans, gefunden in Reiskleie, Grijns in Bohnen, Funks Anti-Beriberi-Vitamin in Hefe und vielen Lebensmitteln). B-Mangel erzeugt bei Hühnern Polyneuritis, bei Menschen Beriberi (Kakke). Vitamin B läßt sich leicht durch 85%igen Alkohol ausziehen und durch Tannin fällen.

C. Wasser- und alkohollösliches Vitamin.

Mit Vitamin B vielfach zusammengeworfen wurde und wird eine wasserlösliche Wachstumssubstanz, das

5. D-Vitamin. (Wachstumsförderung bei Hefen »Bios« und »Bakterien«, »Auximone«.)
6. Das Wasser- und alkohollösliche Vitamin C (das antiskorbutische Vitamin).

Unsicher ist das Vitamin E, das »Fortpflanzungsvitamin«, das sich nach Sure (13a) mit Äther, Benzol und Azeton aus Weizenkeimlingen ausziehen läßt.

Euler und Myrbäck (14) ordnen dem Vitamin B ihre Biokatalysatoren unter, um den vermutlichen Zusammenhang mit dem B-Vitamin darzutun. Sie geben folgende Übersicht ihrer »Biokatalysatoren«:

1. Vitamin A (fettlöslich, antirachitisches Vitamin).
2. Vitamin B (antineuritisches Vitamin).
   Hierher die Biokatalysatoren
   B I wachstumsfördernd,
   B II gärungsvermehrend.
3. Vitamin C (antiskorbutisches Vitamin).

Über weitere Wachstumsfaktoren Eulers und seiner Mitarbeiter siehe Euler und Rydbom (14).

Ausführliche Darstellungen bzw. Darstellungsversuche geben Funk (1), Suzuki, Shimamura und Otake (17), Edie (18), Stepp (19), Abderhalden und Schaumann (8) Frankel und Schwarz (20) u. a.

Eine ganz andere Einteilung der Vitamine gibt R. Berg. Diese Bergsche Einteilung sei hier schon mit Rücksicht auf das weitverbreitete Werk R. Bergs wiedergegeben.

1. Für das Funksche stickstoffhaltige antineuritische Vitamin B wählt Berg nach Abderhaldens Vorschlag die Bezeichnung Atmungsstoff.
2. Das fettlösliche A-Vitamin heißt bei Berg fettlöslicher Wachstumsstoff A.
3. Das antiskorbutische Prinzip, Antiskorbutikum genannt, wird vielleicht mit „Vitamin C“ identifiziert.

4. Das wasserlösliche Wachstumsprinzip B heißt wasserlöslicher Wachstumsstoff.
5. Ein wasserlöslicher Erhaltungsstoff.
6. Ein spezifisches Antirachitikum.

Diese Einteilung Bergs weicht wesentlich von der üblichen „Vitamineinteilung“ ab. Berg selbst unterscheidet seine einzelnen „Stoffe“ folgendermaßen:

Unterschiede zwischen den alkohollöslichen Antineuritika (Funks B-Vitamin), den wasserlöslichen Antineuritika (Bergs früheres Kompletin D) und den Wachstumsförderern.

	Alkohollösliches antineuritisches Kompletin; Atmungsstoffe	Wasserlösliches antineuritisches Kompletin; Erhaltungsstoffe	Wachstumsförderer
Chem. Unterschied . . .	N-haltig	N-frei?	N-frei?
Durch Erhitzen auf 120° C	zerstört	erhalten?	erhalten
In Alkohol	schwer löslich	unlöslich	unlöslich
Gegen Alkalien	wenig empfindlich	sehr empfindlich	kaum empfindlich
Verhalten gegen Radium	wird nicht verändert	wird nicht verändert	wird zerstört
Kolloide	wird adsorbiert	nicht adsorbiert	nicht adsorbiert
Phosphorwolframsäure .	fällt	fällt nicht	fällt nicht
Physiologische Wirkung	belebt Paralyse ohne Einwirkung auf Marasmus, steigert die Gewebsatmung, regt endokrine Drüsen an	Paralyse unverändert, Marasmus durch Anregung der Glykogensynthese gebessert, regt endokrine Drüsen an	keine Wirkung auf Marasmus und Paralyse, ohne Wirkung auf Gewebsatmung und endokrine Drüsen
Vorkommen	besonders in der Samenhaut, weniger im Keimling	in Samenhaut und Keimling, nicht im Endosperm	in Samenhaut und im Endosperm; weniger im Keimling

Die wichtigsten Eigenschaften der drei Hauptvertreter der Vitamine sind die folgenden.

1. **Vitamin A** (= antixerophthalmisches und vielleicht antirachitisches Vitamin, fettlösliches Kompletin A, fettlöslicher Faktor A, lipoider Faktor, Nahrungslipoide [letztere nach Stepp (19)].

Vitamin A, von Stepp entdeckt, ist durch hohe Fett- und geringe Wasserlöslichkeit [siehe hierüber La Mer (22)] und sein stetes Vorkommen in Fetten oder mit Fetten oder mit Chromolipoiden (Tomate, gelber Mais) ausgezeichnet (Nahrungslipoide). Mit Fetten ist es nicht identisch, denn man kann Tiere fettfrei aufziehen, wenn sie nur von irgendwoher Vitamin A erhalten. Auch gibt es verhältnismäßig fettarme aber an Vitamin A reiche Pflanzen, wie Tomaten (Benzolauszug nach Euler reich an Vitamin A), grünes Gemüse, Kleeblätter und Spinat. Gegen Erhitzen ist es ziemlich unempfindlich, sofern Oxydation ausgeschlossen wird. Mehrstündige Einwirkung ultravioletter Strahlen und Ozon ist recht schädlich. Durch ultraviolette Strahlen werden dagegen Cholesterin, Fette und unter gewissen Bedingungen auch Biosterin, ein gereinigtes Vitaminpräparat Takahashis, »photoaktiviert«, so daß Tierwirkung und Photoaktivität in einer ganz eigenartigen Weise zusammenwirken, wie Hamano (22a) nachwies. Inaktive Präparate werden also durch ultraviolette Strahlen »aktiviert«.

Nach Fabre und Simonnet (22b) wirkt eine nur wenige Minuten andauernde Bestrahlung von Cholesterin mit ultravioletten Strahlen hemmend auf Rachitis, während eine längere, z. B. eine solche von 60 Minuten, das Auftreten dieser Krankheit fördert. Ähnliche Angaben stammen von Hume und Smith, die mit ultravioletten Strahlen behandeltes Sägemehl als antirachitisch wirksam befanden. Die Strahlungseigenschaften von bestrahltem Sägemehl und Cholesterin konnte Lucas (22c) mit Hilfe der photographischen Platte nachweisen.

Einen exakten Nachweis für das Entstehen von Vitaminen aus einem chemisch wohl definierten Körper durch Bestrah-

lung lieferte A. Windaus. Er konnte zeigen, daß Ergosterin durch Bestrahlung sich in einen aktiven Körper umlagert und daß dieser dann als „Vitamin" wirkt.

Vitamin A ist nicht identisch mit Lipoiden, Fettsäuren, Glyzerin, Lecithin, Cholesterin, Sphingosin, Phrenosin, Kephalin, Lipochromin und Karotin. Es findet sich in nennenswerter Menge in Samen, Blättern, besonders aber im Lebertran. Im Mais geht nach Steenbock (23) der Gehalt an A-Vitamin dem Gehalt an gelben Pigmenten parallel, demgemäß ist weißer Mais frei von A-Vitamin. Auch in anderen Pflanzen sowie in tierischen Fetten ist ein Parallelismus zwischen dem Gehalt an Lipochromen und Vitamin A vorhanden.

Gegen dreistündiges Erhitzen im Autoklaven ist gelbes Maisvitamin, ebenso das von Alfa-Alfa widerstandsfähig. Keimende Samen bilden A-Vitamin, vielleicht unter Anteilnahme von Fermenten, auch wenn es sonst im Samen selten ist; ferner besteht in den Blättern nach Delf (24) ein gewisser Zusammenhang zwischen Assimilation und Vitamingehalt; demnach sind die inneren weißen Blätter des Kohls (Weißkraut, *Brassica*) frei von A-Vitamin.

Mangel an Vitamin A verursacht Rachitis (?) und namentlich Augenerkrankungen, nämlich trockene Augenentzündung (Xerophthalmie) und Hornhauterweichung (Keratomalazie).

Als spezifisches antirachitisches Vitamin gilt in Funks neuer Bezeichnung das fettlösliche und mit Fetten vorkommende Lipovitamin E.

2. **Vitamin B** (Antiberiberi-Vitamin) Antineuritin.

Vitamin B ist ein sehr häufig vorkommendes und viel untersuchtes Vitamin. Es findet sich besonders in Hefe und Reiskleie (Kleie überhaupt) und ist durch seine Alkohol- und Wasserlöslichkeit ausgezeichnet. Im Gegensatz zu Vitamin C läßt es sich durch Absorbentien leicht absorbieren (Walkerde, kolloides Eisenhydroxyd, Tierkohle) und damit von dem ebenfalls alkohol- und wasserlöslichen C-Vitamin trennen [Seidell (25), Harden und Zilva (26)]. Es ist dialysabel wie Vitamin C. Vitamin C ist in saurer Lösung sehr beständig, geht aber bei alkalischer Reaktion, namentlich beim Erhitzen, rasch zugrunde.

Vitamin B ist wie A ein Wachstumsvitamin. Die Lokalisation des B-Vitamins in den peripheren Teilen des Reisganzkornes und die Bedeutung dieser Substanz für die Entstehung für die Beriberikrankheit, erkannte schon 1897 Eijkman (27). Ihm gelang es auch experimentelle Beriberi (Polyneuritis gallinarum) an Hühnern zu erzielen. Die für die Vitaminlehre grundlegenden Beobachtungen Eijkmans hat Grijns (28) erweitert und geklärt.

Grijns fand auch in einer Bohne (*Phaseolus radiatus*, Katjang-idjoe) B-Vitamin, das durch Erhitzen auf 123° vernichtet wird. In der Hefe fand Schaumann (29) B-Vitamin in großer Menge. Da es im Reis im Silberhäutchen und in den peripheren Teilen (analog im Getreide) sitzt, bewirkt längerer (ausschließlicher oder fast ausschließlicher) Genuß von poliertem (geschältem) Reis Beriberikrankheit als typische Avitaminose. Vitamin B ist nicht immer mit Sicherheit von dem hefenwachstumfördernden Vitamin D getrennt worden. Die Unterschiede zwischen B- und D-Vitamin, die vielfach als zusammengehörig betrachtet werden, sind noch nicht genügend geklärt, so daß hier auf die Handbücher von Funk, R. Berg (12) und Sherman und Smith (30) zu verweisen ist.

Zum Nachweis des B-Vitamins dient der Tierversuch durch Erzeugung künstlicher Beriberi bei Hühnern und Tauben. Nicht zuverlässig ist der Hefenversuch, denn das hefenwachstumfördernde Vitamin (Wachstumsbiokatalysator) ist mit dem Antiberiberivitamin nicht identisch [Eddie Hefft, Stevenson und Johnson (32)], die Hefenprobe daher für Vitamin B nicht spezifisch. Vitamin B ist mit dem Co-Enzym nach Euler (15) und Petersson nahe verwandt, unterscheidet sich aber vom Co-Enzym durch die verschiedene Thermostabilität, wie Tholin (16) zeigte.

Über den antineuritischen Wert einer Anzahl von Futtermitteln (Gehalt an Vitamin B) gibt folgende Übersicht Auskunft von R. H. Hopkins (33):

Substanz	Antineuritischer Wert	Wassergehalt im Durchschnitt in %	Antineuritischer Wert der Trockensubstanz
Weizenkeimlinge .	100	10—13	110
Weizenkleie . .	25	10—13	28
Reiskeimlinge . .	200	10—13	220
Gerste, ganz . .	40	10—13	45
Malzextrakt . .	30—40	20	37—50
Preßhefe	60	70	200
Autolysierte Hefe .	60	70	200
Trockenerbsen . .	40	12	45
Linsen	80	12	90
Kartoffeln . . .	4,3	80	21
Ochsenleber . . .	50	70	170
Rindermuskel . .	11	75	44
Eidotter	50	70	170

Getrocknete Hefe ist so reich und wirksam an Vitaminen wie Reiskleie. Im übrigen vergleiche man den systematischen Teil.

3. **Vitamin C** (Antiskorbut-Vitamin, Antiskorbutin, antiskorbutisches Kompletin usw.).

Sein Vorkommen in der stattlichen Crucifere *Pringlea antiscorbutica* (Kerguelenkohl) auf den Kerguelen ist skorbutkranken Seefahrern schon lange vor der Präzisierung des Begriffes Vitamin und insbesondere des Antiskorbutvitamins bekannt gewesen; dies drückt ja schon der Speziesname »Antiscorbutica« aus.

Holst und Fröhlich (34) wiesen zuerst auf das Vorkommen eines alkohol- und wasserlöslichen Vitamins neben dem B-Vitamin hin. Es unterscheidet sich von dem B-Vitamin durch seine Nichtadsorbierbarkeit. Es ist dialysierbar und geht durch Porzellanfilter.

Kurzes Kochen schädigt nur wenig, wohl aber Kochen unter Druck, besonders bei alkalischer Reaktion (Sodazusatz). Gegen langsames Trocknen ist C-Vitamin sehr empfindlich. Dabei verhalten sich die einzelnen Gemüsearten aber recht verschieden. Weißkraut (Kohl, *Brassica*) leidet wenig, dagegen wird das C-Vitamin des Löwenzahns durch Trocknen völlig vernichtet. Saure Reaktion stabilisiert, demgemäß kann Zitronensaft bis auf 110° 1 Stunde lang erhitzt werden, während sonst längeres Erhitzen auf 100° schädlich wirkt; auch Oxydationsmittel zerstören C-Vitamin (ähnlich wie Alkalien). In keimender Gerste ist es vorhanden, im Darrmalz ist es schon zerstört, daraus erhellt am besten seine Empfindlichkeit gegen Erhitzen. Im frischen Kaffee ist es in Spuren, dagegen im Röstkaffee nach Fränkel (21) reichlich vorhanden; hier scheint also der Röstprozeß vitaminbelebend zu wirken.

Mit Alkohol und Glyzerin erhält man einen wirksamen Auszug aus Kraut (*Brassica*); aus Futterrüben läßt sich C-Vitamin durch Alkohol ausziehen. Haltbare Trockensäfte gewinnt man durch rasches Trocknen von Fruchtsäften bei 75—80° aus Apfelsinen, Zitronen, Trauben, Himbeeren usw. Langsames Trocknen bei 55 bis 60° (während 50 Stunden) wirkt sehr schädlich auf den Vitamingehalt. Mangel an C-Vitamin bedingt als Avitaminose den sehr gefürchteten Skorbut. Skorbuterregend ist z. B. folgende an Vitamin C arme Nahrung:

Geschälter Reis	684 g
Bohnen	114 g
Gemüse	285 g
Pflanzenöl	14 g
Gewürze	4 g
Fischpastete	14 g
Salz	7 g

Eine Zulage von süßen Kartoffeln zu dieser Tagesration (Pataten, sweet potatoes) brachte Heilung. (Aus Funk 1, S. 268.)

II. Darstellungsversuche der Vitamine.

Nach Chick und Dayell (32a) erreicht der Gehalt an C-Vitamin, bezogen auf den des Zitronensaftes (dieser = 100 gesetzt) folgende Werte:

Pflanzenart	Vitaminwert
Saft roher, frischer Weißkohl(Sauerkraut-)blätter	110
Roher, frischer Apfelsinensaft	100
Saft der weißen Rübe	60
Grüne Bohnen	30
Frische Erbsenkeimlinge	30
Saft der gelben Rübe *(Daucus Carota)* .	7,5
Saft der roten Rübe *(Beta vulgaris)* . .	7,5
Kartoffeln, 30 Minuten lang gekocht .	7,5

Zum Vergleich sei angeführt, daß frische Kuhmilch einen Wert von 1—1,5 und Saft von Ochsenfleisch von 7,5 hat. Der Gehalt der Milch an Vitamin C schwankt nach Kieferle (32b) in weiten Grenzen. Alle diese Zahlenangaben haben also nur einen recht relativen Wert.

Eine Reindarstellung ist bis jetzt noch nicht gelungen, obwohl z. B. Funk kristallisierte Substanzen mit konstantem

Schmelzpunkt erhielt, die eine nennenswerte Wirkung entfalteten. Auch Hofmeister (5) hatte ein ähnliches Produkt in Händen, das er Oridin nannte und dessen Hydrochlorid bei 240° schmolz. Funk sieht in seinen Substanzen inaktive Umwandlungsprodukte der Vitamine. Unter den Begleitsubstanzen des Vitamins B finden sich stets solche mit einem Pyridinring. Das Oryzanin = Vitamin B der Japaner lieferte bei der Hydrolyse außer Nikotinsäure das giftige Cholin und Dextrose.

Aus Hefe isolierte A. Seidell (35) Rohvitamin folgendermaßen: Abgepreßte Hefe wird 48 Stunden lang der Autolyse bei 37,5° unterworfen. Der filtrierte rotbraune Saft ist vitaminreich und, kühl aufbewahrt, lange wirksam.

Vitamin B (Antineuritin) will A. Seidell 1921 als wirksames Silbersalz dargestellt haben. Er entzog das Vitamin der Hefe, schüttelte mit Bolus, befreite das adsorbierte Vitamin mit Bariumhydroxydlösung, entfernte den Baryt mit Schwefelsäure, die Nichtvitaminsubstanz mit Bleiazetat und Schwefelwasserstoff und erhielt schließlich in der Trockensubstanz eine wirksame Antineuritinsubstanz; aus dieser fällte er seine aktive Silberverbindung.

III. Bildung und Wirkung einzelner Vitamine.

Obwohl die Pflanzen Vitamine selbst bilden, werden sie doch durch Vitamingegenwart stimuliert. Insbesondere gilt dies von einer Anzahl niedriger Pflanzen. Auch die Gärung von Hefe wird durch Vitamine angeregt [Fränkel und Schwarz (20)]. Offenbar steht die ganze Biosfrage [Wildiers (36), Ide (37), Amand; vgl. P. Lindner (39) und Rubner (40)] in einem gewissen Zusammenhang mit der Vitaminfrage, wenn auch scharf betont werden muß, daß Bios und Vitamin B nicht identisch sind, wie besonders Fulmer und Nelson (41) zeigten. Von den Pilzen wächst nach Willman (2) der Halbparasit *Sclerotinia cinerea* nicht auf vitaminfreier Nährlösung. Dagegen wachsen *Mycoderma* (Kahmpilz), *Penicillium* - Arten, *Aspergillus* und andere Arten offenbar gut auf vitaminfreier Lösung und erzeugen selbst Vitamine.

In diesem Zusammenhang sei auch auf den Einfluß der gebrauchten Nährlösung hingewiesen [Küster (42), Lutz (43)]. Hier handelt es sich teilweise sicher um Vitaminwirkung. Die sauer reagierenden Lösungen schützen B-Vitamin und Wachstumsvitamine vor der Zerstörung beim Sterilisieren.

Die das Hefenwachstum fördernden Katalysatoren haben in der Pflanzenphysiologie eine bedeutende Rolle gespielt und die sogenannte »Biosliteratur« veranlaßt. Wenn man nämlich in eine mineralische Zuckerlösung sehr geringe Hefenmengen, am besten nur eine Zelle einsät, so bleibt das Hefenwachstum aus oder ist nur sehr gering, falls man nicht (die nie hinreichend reine) Maltose als Kohlenstoffnahrung wählt. Auf Zugabe von Hefenextrakt, Hefenautolysat, Saft von Früchten usw. tritt infolge der Einführung von nicht mit Vitamin B identischen Biokatalysatoren starkes Wachstum und starke Gärung ein. [Vgl. die Gärungs- und Wachstumsbiokatalysatoren von Euler und Myrbäck (14)]. Die von F. Boas (44) beobachtete Zuckerreihe (Rohrzucker, Dextrose, Maltose) ist wohl nur der Ausdruck des steigenden Vitamin- bzw. Biokatalysatorengehaltes; Maltose wirkt am besten, da dieser Zucker am wenigsten frei von Biokatalysatoren ist, Rohrzucker wirkt am ungünstigsten, da er frei von Vitamin ist. Über Wachstum unter Vitamineinfluß siehe auch Davidsohn (45).

Die Bildung des Vitamins B (und D?) aus vitaminfreier Lösung bei Hefe ist wohl einwandfrei festgestellt [Harden und Zilva (46); die gegenteilige Anschauung bei Eijkman, van Hoogenhuize und Derks (47); Nelson, Fullmer und Cessma (48); ferner Mc Donald und Margaret (49) und Mc Donald und Mc Collum (50)].

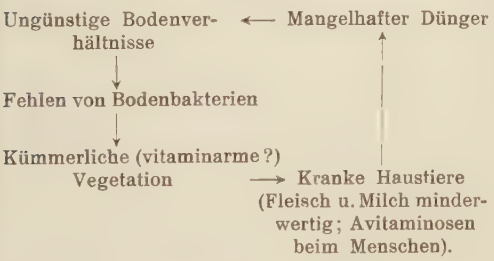
Von den Bakterien konnten Meningococcen, Gonococcen und Streptococcen vitaminfrei nicht gedeihen. Azotobakter scheint durch Vitamine ein besseres N-Bindungsvermögen zu entwickeln. Zahlreiche weitere Beispiele für die Bedeutung der Vitamine für die Kultur der Bakterien gibt Funk an. [Untersu-

chungen von Lloyd (51), Mockeridge (52) u. a.]

Mit *Bacillus vulgatus* (Flügge) Miq. haben O. Scheunert und M. Schieblich (55) den Nachweis der Bildung von Vitamin B aus vitaminfreier Lösung erbracht, dabei ist bemerkenswert, daß es nicht in Lösung abgeschieden wird, sondern an das Bakterienplasma gebunden bleibt.

Auch höhere Pflanzen werden durch Vitamine gefördert, wie Bottomley (53) zeigte. Mit Auszügen von fermentiertem Torf erhielt Rosenheim (54) bei *Primula malacoides* in einmaliger Gabe von 0,0189 g Torf bemerkenswerte Resultate.

Daß Tiere Vitamine nicht erzeugen können, ist bekannt. Vitamine werden durch Pflanzen in großem Maße gebildet, daher sind Pflanzen die wichtigsten Vitaminlieferanten für den Tierkörper. Da je nach Boden und Klima der Vitaminreichtum der Pflanzen verschieden ist, so treten auch in den Tierkörper sehr wechselnde Mengen von Vitaminen ein, demgemäß ist z. B. auch der Vitamingehalt der Milch sehr schwankend. Mit dem tierischen Kot kommen Vitamine wieder in den Boden und den Pflanzen zugute. Es ergibt sich schließlich folgendes Schema des Vitaminkreislaufes:



IV. Über den Vitamingehalt häufigerer Rohstoffe.

Der Vitamingehalt zahlreicher pflanzlicher Rohstoffe ist in der folgenden Übersicht, zum Teil in Anlehnung an Funks Tabelle, allerdings mit mancherlei Erweiterungen und Änderungen, zusammengestellt. Dabei ist zu bedenken, daß diese Tabelle, in Ermanglung zahlenmäßiger Unterlagen, nur einen subjektiven Wert zur allgemeinen Orientierung hat.

Außer bei Funk finden sich weitere ähnliche Tabellen bei Berg (12) und bei Sherman und Smith (30), deren Angaben in die folgende Tabelle hineinverarbeitet sind. Im einzelnen sei bemerkt:

Vitamin A kommt reichlich im grünen Gemüse und grünen Futter vor, besonders reich ist z. B. die Tomate; besonders arm sind alle pflanzlichen Öle und Fette (Gegensatz zum Lebertran).

Vitamin B ist besonders häufig in Hefe, Kleie und in vielen Leguminosensamen. Auch viele Gemüse, Grünfutter und die Kartoffel sind mehr oder minder reich an Vitamin B, arm ist Weizenbrot als Folge des Ausmahlungsprozesses, da die Vitamine besonders in den peripheren Schichten und im Keimling sitzen.

Vitamin C findet sich reichlich in frischem Gemüse aller Art, besonders reich scheint die norwegische Brombeere (*Chamemorum norveg.*) zu sein; nach Tscherkes (31) bringt man in Norwegen Skorbutkranke auf Inseln mit viel Brombeeren, wo die Kranken rasch Heilung finden. Die Luzerne, der Klee, ferner Spinat, ist reich an Vitamin C, mäßig enthalten es die Leguminosen; arm an Vitamin C sind die Körnerfrüchte; dagegen bildet es sich bei der Keimung in großer Menge, so daß z. B. keimende Erbsen stark antiskorbutische Eigenschaften entwickeln.

Von besonderer Bedeutung für die Volksernährung ist der Vitamingehalt der Kartoffel. Da die Kartoffel alle wichtigen Vitamine enthält, freilich nur in geringer Menge, ist bei reichlichem Kartoffelgenuß, wie er für die Ernährung breiter Volksmassen typisch ist, eine Ernährungskrankheit auch bei fast ausschließlichem Kartoffelgenuß nicht zu erwarten.

Bei der Nahrungszubereitung ist es unvorteilhaft, das Kochwasser wegzugießen, da hiermit viele Vitamine entfernt werden.

Beregnetes Heu ist naturgemäß vitaminarm, ebenso die technisch erhitzten Produkte sowie die gehärteten Fette.

In der folgenden Übersicht bedeutet + Vitamingehalt in Spuren, 0 Fehlen der Vitamine und — Mangel einer entsprechenden Untersuchung.

Vitamingehalt der wichtigsten Vegetabilien und Rohstoffe:

	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C
Pilze:			
Boletus edulis, Steinpilz	?	++	+ (frisch!)

Psalliota campestris, *Clytocybe mellea* (= *Armillaria*) Hallimasch, *Hydnum repandum*, *Craterellus cornucopioides* (Totentrompete) enthalten ebenfalls beide Vitamine, aber in geringerer Menge, besonders die letzteren. [Nach Hara (56) 1923.]

Getrocknete Pilze enthalten kein C-Vitamin, sind also auch gegen skorbutkranke Meerschweinchen wirkungslos [Hara (56)].

Hefe (Bier)	0?	++++	0 Vgl. Abderhalden (9)
„ „ (erhitzt)	—	+++	— — —
Bäckereihefe	—	+	— — —
Getreide und Zerealien und andere Gramineen und Produkte aus Zerealien:			
Hafer	+	++	frei von C
Hafermehl	—	+	— — —
Gerste	0	++	
Gerstenmehl	—	— —	— — —
Gerste, gekeimt	—	— —	++
Roggenbrot	—	++	— —
Deutsches Markenbrot [Roggenbrot, Hara (56)]	—	++	?
Weizenendosperm	—	+	— —
Weizenbrot	—	0	— —
Weizenkleie	—	+++	— —
Weizenkleie	—	++	— —
Kleber (trocken)	+++	++	— —
„ (Ätherextrakt)	++	++	— —
Reis, ganz	— —	++	— —
„ poliert	0?	0	— —
„ gedämpft	— —	++	— —
Mais, ganz	+	+++	— —
Maiskeim	— —	++++	— —
Maisendosperm	— —	+	— —
Mais, gelber	++	+++	— —
„ weißer	0?	— — —	— —
Maisöl	++	— — —	— —
Buchweizen, geschält	— —	0	— — —
„ ungeschält	— —	+	— — —
Malz	— —	++	— +
Leguminosen:			
Sojabohnen, *Glycine hispida*	+?	+++	— —
Erdnüsse, *Arachis hypogaea*	+	++	— —
Erbsen, gelbe	++	+++	— — } Steenbock,
„ grüne	+	+++	— — } Sell u. Boutwell (57)
„ alte	— —	0	— — }
Erbsenmehl	— —	+	— —
Bohnen, alte	— —		— —
Bohnenmehl	— —	+	++
Bohnen, gekeimt	— —	— —	++
Linsen	— —	++	— —
Linsen, gekeimt	— —	— —	++
Ervum Ervilia, Samen	++	+	0 Wisco, S. R. (58)
Gemüse, Knolle u. Verwandtes:			
Pringlea, Crucifere	—	—	+++
Weißkohl, roh (Kraut, *Brassica*)	+	+	+++
Weißkohl, schnell getrocknet	++	++	+
„ langsam getrocknet	— —	++	0
„ gekocht	— —	++	+

	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C
Weißkohlsaft, besonders reich an Biokatalysator B II [Euler und Myrbäck (14)].			
Kartoffel, roh	— —	— —	+ + +
„ gekocht	+ ?	+ +	+ +
Kartoffelschalen	— —	+ +	0
Kartoffel, langsam getrocknet	— —	— —	0
„ schnell getrocknet	— —	— —	+
Weiße Rüben	— —	+ +	— —
Runkelrüben	— —	+ +	0
Karotten (Möhren), frisch getrocknet	+ + +	+ + +	+ + +
Tomaten, roh	+ +	+ + — + + +	+ + +
Zwiebel, roh	— —	+ +	— —
Spinat, getrocknet	+ + +	+ +	— —
Salat	+ +	+ ?	— —
Rhabarber	— —	— —	+ +
Endiviensalat	+	?	+
Obst und Obstprodukte:			
Apfelsinensaft	?	+ +	+ + + +
„ gekocht	— —	— —	+ + +
„ autoklaviert	— —	— —	+ +
„ alter	— —	— —	+
Zitronen	— —	+ +	+ + + +
Traubensaft des Handels	— —	?	+
Zwetschgen	— —	+ +	+
Äpfel	+ ?	+	+
Birnen	— —	+	— —
Tamarinden	— —	— —	+
Mango	— —	— —	+
Bananen	+ ?	+ ?	+
Erdbeeren	— —	— —	+ + + Smith, Bergheim u. Hawk (60)
Nüsse:			
Walnuß	— —	+ +	— —
Kastanie	— —	+ +	— —
Mandeln	+ ?	+ +	— —
Brombeeren	— —	— —	+ + + Tscherkes (31)
Öle und Fette:			
Maisöl	+ +	— —	— —
Erdnußöl	+	— —	— —
Leinsamen	+	— —	— — Palladin (11)
Leinöl	+	— —	— —
„ reduziert	0	— —	— —
Sesamöl	0	— —	— —
Mandelöl	0	— —	— —
Palmöl	+ +	— —	— —
Olivenöl	0	— —	— —
Baumwollsamenöl	+ — + +	+ — + +	— —
„ reduziert	0	— —	— —
Kokusnußöl	+ ?	— —	— —
Kokusnußmargarine	?	— —	— —
Gräser (Blätter):			
Phleum pratense	+ + +	+ +	— —
Timothegras Alfalfa, getrocknet	+ + +	+ +	— —
„ „ autoklaviert	+	— —	— —
Extrakt (Alkohol)	+ +	— —	— —
„ (Benzol)	+ +	— —	— —
Sonst. Rohstoffe bzw. Pflanzen:			
Honig	0	0	0 Scheunert (59)
Bierextrakt	0	+	— Lüers (64)

	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C
Pollen	— —	+ +	— —
Planktondiatomeen	+ +		Hjort (61)
Ulva lactuca			
Codium tomentosum	+ +	— —	— — Hjort (61)
Nitzchia closterium	+ +	— —	— — Jameson, Drummond u. Coward bei Reinkultur (62)
Tropische Gemüse [Santos (63)]:			
Abelmoschus esculentus (Okra)	— —	+ +	— —
Persea persea (Avocado)	— —	+ +	— —
Phaseolus Mongo (Mongo)	— —	+	+ + Vitamingehalt steigt beim Keimen
Eugenia jambosa (Duhat)	— —	+	— —
Averrhoa carambola (Bilimbi)	— —	+	— —

V. Vitaminhaltige Handelspräparate und sonstige Bezeichnungen für Vitamine:

Marmite-Hefenpräparat, verwendet in der englischen Armee.

Oryzanin und ähnliche Namen, Reiskleienpräparate, zum Teil eingedampfte alkoholische Extrakte.

Orypan, ein Reiskleienpräparat, hergestellt von der Gesellschaft für chem. Industrie in Basel.

Torulin aus Hefe mit Methylalkohol und durch Bleiazetat, Silbernitrat und Ätzbaryt gereinigt. Siehe Edie, E. S. (18), Fränkel, S. und J. Fischl. D. R. P. 307 545. 24. Mai 1916. Seidell (25).

Funk, C. U. S. P. 1. 162 908. 9. Dez. 1915 (65).

Hevitan, ein B-Vitaminpräparat der Sarotti-A.-G. in Berlin.

Vitamina, vitaminhaltige Phosphatide der Hansamühle G.m.b.H., Hamburg, gewonnen aus den Phosphatiden der Sojabohne.

Vitaminhaltig sind auch die Cenovispräparate der Münchener Cenoviswerke.

Vitaminhaltige Präparate sind ferner Maltyl, hergestellt von Gehe & Co., Dresden, ferner viele Malzextraktpräparate, die Eiweißpräparate von Dr. Klopfer in Dresden, z. B. Materna, ferner Promonta und Rubio, letzteres ein Präparat aus Rübensaft, und andere. Auf die zahlreichen im Handel befindlichen Hefenpräparate, die alle vitaminreich, insbesondere reich an B-Vitaminen sind, wie Zyma-Extrakt der chem. Fabrik Zyma in Erlangen, Phosphozym der Chem. Werke Marienfelde-Berlin, Marienfelde; auf die vielen Trockenhefenpräparate sei hier nur kurz hingewiesen. Man vergleiche hierzu auch den Abschnitt Hefe.

VI. Literatur.

1. Funk, C., Die Vitamine, 3. Aufl. 1922; Funk, C. und Fredman, Journ. Biol. Chem. **56** (1923), 851.
2. Willman, J. J., Journ. Amer. Chem. Soc. **42** (1920), 549.
3. Williams, Journ. Biol. Chem. **29**, 495.
4. Hofmeister, F., Erg. d. Physiol. **16** (1918).
5. Hofmeister, F., Biochem. Zs. **103** (1920), 218.
6. Collum, The new Knowledge of nutritiom. New York (1919).
7. Hopkins, F. G., Journ. of Physiol. **44** (1912), 425.
8. Abderhalden, E. und H. Schaumann, Pflügers Arch. f. Phys. **172** (1918), 88, 150.
9. Abderhalden, Ztschr. f. angew. Chem. **35** (1922), 164.
10. Bottomley, W. B., Proc. R. Soc. **88** (1914), 237; Ann. of Bot. **28** (1914), 331; Proc. Roy Soc. **89** (1915), 102.
11. Palladin, W., Biochem. Zs. **136** (1923), 346.
12. Berg, R., Die Vitamine, 2. Auflage (1927), Leipzig.
13. Röhmann, F., Über künstliche Ernährung und Vitamine, Berlin (1916).

13a. Sure, B., Journ. biol. Chem. **63** (1925), 548.

13b. Nelson, Jones, Parks und Fulmer. Americ. Journ. of physiol. **76** (1926), 325—338.

13c. Evans, H. M. und K. Bishop, Science **56** (1922), 650.
14. Euler, H. v. u. Myrbäck, Ztschr. f. physiol. Chem. (1915).
Euler, H. v. und Rydbom, Ztschr. f. phys. Chem. **153**, **157**, 1926.
15. Euler, H. v. u. Petersson, Ztschr. f. physiol. Chem. **114** (1921), 4.
16. Tholin, Th., ebenda (1921), **115**.
17. Suzuki, Shimamura und Otake, Biochem. Ztschr. **43** (1912), 89.
18. Edie, E. S. u. Mitarbeiter, Ann. Trop., med. and paras. **6** (1912), 234.
19. Stepp, Die Naturwissenschaften **11** (1923), 33. Auch klinische Wochenschrift (1922).
20. Fränkel, S. u. E. Schwarz, Biochem. Ztschr. **112** (1920), 203.
21. Fränkel, Pharm. Monatshefte (1922).
22. La Mer, Journ. of industr. and engin. Chem. **13** (1921), 1108.
22a. Hamano, S., Biochem. Ztschr. **163** (1925) 348.
22b. Fabre, R. u. H. Simonnet, C. R. des séances de la soc. de biolog. **94**, 455—456, 1926.
22c. Lucas, N. S., Biochem. Journ. **20**, 23—25, 1926.
23. Steenbock, H., Science **50** (1912), 352.
24. Delf, E. M., S. Afr. Journ. Science. **17** (1920), 121.
25. Seidell, A., Repr. 325 U. S. P. H. S. Febr. 18 (1916); Seidell, A., Vitamine, U. S. Patent 1 173 317, Febr. 29. 1916; vgl. Williams, R. u. A. Seidell, Journ. Biol. Chem. **45** (1921), 423; Seidell, A., Journ. of the Operating Brewers Guild (1916), 97.
26. Haarden u. Zilva, Biochem. Journ. **12** (1918), 23.
27. Eijkman, C. Virchows Archiv **149** (1897), 187.
28. Grijns, Gen. Tijdskr. voor Nederl.-Indie **41** (1901), **49** (1909).
29. Schaumann, H., Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hygiene **14** (1910), 8.
30. Sherman, H. C. u. S. L. Smith, The Vitamins, New York (1922).
31. Tcherkes, L., Biochem. Zs. **143** (1923), 1.
32. Eddy, W. Heft, Stevensohn und Johnson, Proc. soc. esp. Biol. and Med. **18** (1921), 138 (Hefenprobe für Vitamin B nicht spezifisch).
32a. Chick, H. u. Dayell, E., Wien. Klin. Wochenschr. **32** (1919), 1219.
32b. Kieferle, J., Milchwirtschaftl. Forsch. **1** (1925), 1.
33. Hopkins, R. H., Journ. Inst. of Brewing, **30** (1924), 93.
34. Holst, A. u. Th. Fröhlich, Ztschr. f. Hyg. u. Infekt.-Krankh. **72** (1922), 1.
35. Seidell, A., Un. Stat. Publ. Health. Reports **36** (1921), 665.
36. Wildiers, E., La Cellule (1901).
37. Jde, M., Journ. Biol. Chem. **46** (1921), 521.
38. Pringsheim, H. H., Ztrbl. Bakt. 2. Abhdlg. **16** (1916), 11.
39. Lindner, P., Ztschr. f. Techn. Biol. **7** (1919), 79.
40. Rubner, M., Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung. Leipzig (1913).
41. Fulmer, E. J. u. Nelson, Journ. of biolog. Chem. **51** (1922), 77 (Trennung von Vitamin B und „Auximonen").
42. Küster, E., Ber. bot. Ges. **26a** (1908), 246.
43. Lutz, Dissertation. Halle 1909.
44. Boas, F., Beiheft zu botan. Ztrbl. **36** (1919), 131; Ber. Deutsch. botan. Ges. **37** (1919), 57.
45. Davidsohn, Biochem. Ztschr. **150** (1924), 324.
46. Harden u. Zilva, Biochem. Ztrbl. (1921), 438.
47. Eijkman, van Hoogenkuize und Derks Journ. bioch. **50** (1922), 311.
48. Nelson, Fullmer u. Cessma, Journ. biochem. **46** (1921), 77.
49. Mc Donald u. Margaret, Journ. bioch. **54** (1922), 243.
50. Mc Donald u. Mc Collum, Journ. biol. chem. **45** (1921), 307.
51. Lloyd, D. J., Journ. Path. Bakt. **21** (1916), 113.
52. Mockeridge, F. A., Proc. R. Soc. **89** (1917), 508.
53. Bottomley, W. B., J. R. Soc. Arts **72**, 372. Rep. Brit. Ass. Adv. of Science (1912), 680.
54. Rosenheim, O., Biochem. Journ. **117** (1917).
55. Scheunert, A. u. M. Schieblich, Biochem. Ztschr. **139** (1923), 57.
56. Hara, S., Biochem. Ztschr. **142** (1923), 79.
57. Steenbock, Sell u. Boutwell, Journ. biol. Chem. **47** (1921), 303.
58. Wisco S. R., Ac. Linc. Rom. Math.-Nat. Kl. (31), 1922.
59. Scheunert, A., Schieblich u. Schwanebeck, Biochem. Ztschr. **139** (1923), 47.
60. Smith, Bergheim u. Hawk, Proc. soc. exp. Biolog. a. med. **19** (1921), 22.
61. Hjort, J., Proc. Roy. Soc. B. **93** (1923), 440.
62. Jameson, Drummond u. Coward, Biochem. Journ. **16** (1922), 482.
63. Santos, F. O., Am. Journ. physiol. **59** (1922), 310.
64. Lüers, H., Ztschr. f. das ges. Brauwesen **44** (1921), 143.
65. Funk, C., Biochem. Bull. **5** (1916), 1.

Anhang.

Zum Schlusse sei noch auf folgende leicht verständliche Arbeiten über Vitamine aufmerksam gemacht:

1. Abderhalden, E., Nahrungsstoffe mit besonderen Wirkungen, Berlin (1922). Die Volksernährung, Heft 3.
2. Juckenack, A., Unsere Lebensmittel vom Standpunkt der Vitaminlehre. Berlin (1923). Die Volksernährung, Heft 4.
3. Weitzel, W., Die neuentdeckten, lebenswichtigen Nährstoffe, Vitamine und die Folgen einseitiger Ernährung. 3. Aufl., München 1926).

Ferner sei noch auf folgendes Werk hingewiesen:

Euler, H. von, Die Vitamine, Stockholm 1924. Schwedisch.

F. Boas.

Wachse.

(H. Wolff.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Allgemeiner Teil	2010
I. Vorkommen und Entstehung	2010
II. Geschichtliches	2013
III. Chemische Zusammensetzung	2013
B. Besonderer Teil	2013
1. Aizoaceen	2013
2. Araliaceen	2013
3. Balanophoren	2013
4. Bixaceen	2014
5. Bombaceen	2014
6. Candelilla	2014
7. Carnauba	2014
8. Cucurbitaceen	2016
9. Empehaceen	2016
10. Ericaceen	2016
11. Euphorbiaceen	2016
12. Godang	2016
13. Gramineen	2017
14. Kompositen	2017
15. Koniferen	2017
16. Kuhbaumwachs	2018
17. Lauraceen	2018
18. Leguminosen	2018
19. Linaceen	2018
20. Malvaceen	2019
21. Meliaceen	2019
22. Moraceen	2019
23. Morindaceen	2019
24. Ocubawachs	2019
25. Oleaceen	2019
26. Orchidaceen	2019
27. Palmwachs	2019
28. Papaveraceen	2020
29. Pisangwachs	2020
30. Polygonaceen	2020
31. Raphiawachs	2020
32. Rosaceen	2020
33. Rhamnaceen	2021
34. Scrophulariaceen	2021
35. Solanaceen	2021
36. Tamaricineen	2021
37. Tiliaceen	2021
38. Umbelliferen	2021
39. Urticaceen	2021
40. Verbenaceen	2021
41. Vitaceen	2021
C. Literatur	2022

A. Allgemeiner Teil.

I. Vorkommen und Entstehung des vegetabilischen Wachses.

Unter pflanzlichen Wachsen verstehen wir eine Reihe von Stoffen, die wesentlich auf der Oberfläche von Pflanzenteilen, namentlich der Blätter, auch der Früchte, ausgeschieden und abgelagert werden. In chemischer Beziehung stehen sie einerseits den Fetten nahe, andererseits den Harzen, so daß man sie als eine chemisch zwischen diesen stehende Gruppe von Pflanzenstoffen ansehen kann (s. u. chemische Zusammensetzung).

Der Bildungsort der Wachse in der Zelle ist nicht sicher bekannt. Entweder sind es Bestandteile der Zellmembran, die die Wachse bilden, und die Membran ist der Bildungsort der pflanzlichen Wachse, oder sie entstehen im Protoplasma und gelangen von dort aus zur Ausscheidung. Die physiologische Bedeutung liegt darin, daß sie die Organe, die sie überziehen, insbesondere die Früchte, undurchlässig gegen Wasser machen. Der Einschluß von Wachs in die Kutikula erhöht die Undurchlässigkeit der epidermalen Schicht. Darin liegt großenteils die physiologische Bedeutung der Wachse. Wie das verbreitete Vorkommen starker Wachsüberzüge bei succulenten Blättern, bei den an trockenen Standorten lebenden Gräsern und anderen Pflanzen lehrt, steht die Ausbildung der Wachsschichten mit der Anpassung an xerophytische Lebensweise im Zusammenhang (Czapeck). Dies wird durch die Beobachtung an Meerstrandgewächsen bestätigt. Das Vorkommen von Wachs im Innern der Zellen und Organe ist selten, worauf wir noch eingehen werden, in der Regel jedenfalls kommt das Wachs an der Oberfläche der Organe vor und bildet einen Überzug an der Oberhaut der Stengel, Blätter und Früchte. In die Kutikula und in die kutinisierten Membranschichten ist, wie erwähnt, oft noch Wachs eingelagert, das sie noch weniger durchlässig für Wasser macht, als sie es ohnehin sind. Von solchen Epidermen fließt das Regenwasser ab, ohne sie zu benetzen. Tritt das Wachs aus der Kutikula nach außen hervor, so entstehen Wachsüberzüge, die an Früchten, besonders auffällig an Pflaumen und Weinbeeren und Tomaten, einen abwaschbaren, weißlich

grauen Überzug, den »Reif« bilden. Sie können aus Körnchen, kürzeren oder längeren Stäbchen oder Krusten bestehen und lösen sich in Äther oder in heißem Alkohol. Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Wachse von den Fetten zu trennen sind. Denn sie unterscheiden sich sowohl in ihrer Entstehung als auch in ihrer physiologischen Bedeutung, als auch in ihrem Vorkommen, von diesen. Pflanzenwachs wird, wie gesagt, vor allem als physiologisches Produkt der Pflanze an der Oberfläche von Pflanzenorganen aller Art (Laub- und Blütenblätter, Früchte) erzeugt. Auf der anderen Seite sind die Wachse, wie gesagt, von den Harzen zu trennen, wenn sie auch zu diesen gewisse Beziehungen aufweisen. An den Luftorganen von Landpflanzen stellt der Überzug aus Wachs eine mehr oder weniger dichte Decke von öfters charakteristischen Eigenschaften dar. Wiesner (1) wies die optische Anisotropie der Wachsauflagerung nach. Unterirdischen und submersen Organen fehlen Wachsüberzüge; aber selbst an den auftauchenden Teilen einer Wasserpflanze (*Myriophyllum proserpinacoides*) konstatierte Tittmann (2) eine vorübergehende Wachsbildung.

Den seltenen Fall, daß Wachs im Innern der Zellen auftritt, hat man in den Früchten mehrerer Rhusarten bei *Myristica Ocuba*, im Milchsaft von *Ficus ceriflua* und im Stengelparenchym einiger *Balanophoren* beobachtet (Göppert).

Über das Vorkommen des Wachses in den Früchten von *Rhus vernicifera* und *succeranea* geben uns die Beobachtungen von A. Meyer und Möbius näheren Aufschluß. Das Wachs tritt bei den genannten Pflanzen in den Grundgewebszellen der mittleren Fruchthaut (Mesocarp) auf und bildet dort eine dicke Kruste auf der Innenfläche der Membran. Diese Wachskruste liegt der Membran fest und dicht an, ihre innere Begrenzung hat eine kernige Oberfläche; sie zeigt deutliche strahlige Struktur und scheint aus lauter Stäbchen zu bestehen, die nach außen zu dichter aneinander stehen. Möbius gibt an, daß die Wachskrusten im polarisierten Lichte sich nicht als doppeltbrechend erweisen, meint aber doch, daß sie kristallinische Struktur besitzen. Was die Entstehung dieser Wachskrusten betrifft, so werden letztere nach den Beobachtungen von Möbius als dünnkernige Ablagerungen zwischen Membran und Protoplasmaschlauch angelegt. In solchen Zellen, in denen die Wachsbildung begonnen hat, läßt sich keine Stärke nachweisen. Die Wachsschicht wird nun allmählich dicker, das Lumen verengend, wobei die äußeren Partien dichter werden und das kernige Aussehen in die radial-faserige Streifung übergeht. Bei der Keimung der Samen wird diese Substanz nicht aufgezehrt. Die biologische Bedeutung dürfte damit zusammenhängen, daß die Früchte 1—2 Jahre hindurch von dem Baum nicht abfallen.

Eine weitere Wachsart in Gewebezellen ist das *Balanophorin*, das im Stengelparenchym, aber auch in großer Menge in den Knollen vorhanden ist (3).

Eine eigentümliche, von der erwähnten ganz verschiedene Form des Auftretens vegetabilischen Wachses beschreibt E. Schaer für die Rinden von *Fouquiera splendens*. Daselbst kommen wachsartige Substanzen in der Membran der Bastfasern vor. Das von C. Hoffmeister dargestellte Flachswachs dürfte wahrscheinlich auch in der Membran der Leinenfaser seinen Sitz haben. Dicke Schichten bildet das Wachs als Überzug an unserer Hauswurz (*Sempervivum tectorum* L.), an *Euphorbia caput medusa* L. und *canariensis* L., an mehreren Kakteen (z. B. *Lepismium paradoxum* Dyck), wo sie bereits eine Dicke von 1—70 mm erreichen. Wahre Wachskrusten sind bis jetzt schon an vielen Pflanzen beobachtet worden, z. B. an den Früchten von *Benincasa cerifera* Savi (*Cucurbita cerifera* Fisch.), einer Cucurbitacee Ostindiens, an den Blättern von *Cotyledon orbiculata* L., einer capensischen Crassulacee, an einer Form des Zuckerrohres (*Saccharum violaceum* Tussac), an der Unterseite der Blätter von *Heliconia farinosa* Raddi, einer in Südamerika vorkommenden Musacee, an den Blättern von *Chamaedorea Schiedeana* Mart., einer mexikanischen Palme (4).

Was die chemische Zusammensetzung der Wachse genannter Pflanzen betrifft, so ist dieselbe nicht näher bekannt; hingegen liegen ausführliche Untersuchungen über die Bestandteile des auf der Rinde der

Curcaspalme *Jastropha Curcas* L. befindlichen Curcas-Wachses vor, das nach Sack (5) aus Myricylalkohol und seinem Melissinsäureester bestehen soll, des aus der Leinenfaser dargestellten Flachswachses (s. besonderer Teil), sowie einer aus Jasminblüten dargestellten wachsartigen Substanz [Radcliffe und J. Allan (6)]. Das Wachs der soeben angeführten Pflanzen hat man bis jetzt für industrielle Zwecke nicht verwertet.

Wachs, das den Stengel des australischen Rohrgrases bedeckt, hat den Schmelzpunkt 82° und ähnelt darin sowie in Härte und Aussehen dem Carnaubawachs (s. besonderer Teil).

Beim Weidenkork hat man Wachseinlagerungen in der verkorkten Membran beobachtet. Wachsartige Drüsenausscheidungen kennt man ebenfalls. So kommen Wachsdrüsen auf Blättern und Zweigen von Ficusarten vor (s. bes. Teil). Über weitere physiologisch interessante Wachsausscheidungen, wie z. B. das Sekret der Haare von Gold- und Silberfarnen und die zugehörige Literatur siehe Czapek (7).

Auch in manchen Milchsäften sind wachsartige Stoffe gefunden worden, deren Bedeutung jedoch nicht bekannt ist, so bei Rhus- und Ficus-Arten.

Das als Überzug auftretende Wachs bildet entweder eine homogene »Glasur« wie bei den oben genannten Pflanzen, oder es besteht aus kleinen Körnchen, die bald in einfacher Lage, bald in mehrschichtiger Lage (gehäufter Überzug) den Pflanzenteil bedecken. Diese beiden letztgenannten Wachsüberzüge finden wir in dem sogenannten Duft oder Reif der Pflanzen, oder, und dies ist an den meisten jener Pflanzen zu beobachten, deren wachsführende Organe mit ganzen Krusten bedeckt sind, das Wachs setzt sich aus feinen, dicht gedrängten, auf deren Oberhaut senkrecht stehenden Stäbchen zusammen (Stäbchenüberzug). Dickere Wachskrusten haben gewöhnlich ein kristallinisches Gefüge und sind manchmal parallel der Oberfläche geschichtet.

Man hat die natürlichen Wachsschichten früher für strukturlos gehalten und erklärte sie für Erzeugnisse einer chemischen Umwandlung jener Zellen, denen sie anhaften. De Bary hat zuerst die merkwürdigen Strukturverhältnisse des vegetabilischen Wachses dargelegt und gezeigt, daß das ausgeschiedene Wachs zuerst in der Kutikula nachweisbar ist; in keinem Falle konnte dieser Forscher eine Spur von Wachs finden, das im Innern der ausscheidenden Zellen vorgebildet und durch die Membran hindurch nach außen gelangt wäre. Wiesner machte darauf aufmerksam, daß die Wachsdecken der pflanzlichen Oberhäute häufig regelmäßige Unterbrechungen zeigen, nämlich Lücken, die davon herrühren, daß gewisse Gewebsbestandteile, z. B. Spaltöffnungen, Haare usw., an der Wachsinkretion manchmal nicht Anteil nehmen. Daß jedoch in einigen Fällen die Schließzellen der Spaltöffnungen dennoch an der Wachsbildung teilnehmen, zeigte Wiesner für die Wachsschuppen, die an den Blättern von *Copernicia cerifera* entstehen. Diese Wachsschuppen, aus denen das Carnaubawachs des Handels dargestellt wird, lassen in ununterbrochenem Zuge kleine, mehr oder minder gut abgegrenzte Felder erkennen, die in Größe und Form teils den Oberhautzellen, teils den Spaltöffnungszellen der Oberhaut des die Schuppen tragenden Blattes gleichen. Die Unterseite jeder Schuppe zeigt also einen sehr genauen Abdruck des Blattes der Carnaubapalme. Ebenfalls hat Wiesner den Nachweis geliefert, daß alle geformten Wachsüberzüge (einfacher Körnchenüberzug, gehäufter Überzug, Stäbchenüberzug, Krusten) tatsächlich einen kristallinischen Charakter tragen, nämlich entweder aus Kristallen bestehen oder sich aus Haufwerken unvollkommen ausgebildeter Kristalle zusammensetzen.

Nach dem Orte des Auftretens richtet sich die Darstellungsweise des vegetabilischen Wachses. Das an der Oberfläche der Pflanzenteile vorkommende Wachs wird in der Regel von der Oberhaut mechanisch abgelöst, und die so erhaltenen Schuppen werden durch Zusammenschmelzen in Wasser in eine kompakte Masse verwandelt. Auch kann das in solcher Form auftretende Wachs durch Abschmelzen der betreffenden Pflanzenteile in kochendem Wasser gewonnen werden. Das in den Zellen eingeschlossene Wachs muß hingegen durch Zerkleinern der das Wachs enthaltenden Pflanzenorgane und hierauf folgendes Ausschmelzen in heißem

Wasser oder durch Auspressen in der Wärme gewonnen werden. Die Wachse sind meist hart. Es gibt aber auch einige weiche, ja selbst flüssige Wachse. In der Mehrzahl ähneln sie in der physikalischen Beschaffenheit dem Bienenwachs. Die Gewinnung der Wachse schließt sich an die bereits beschriebene der Fette an. Die Verwendung der Pflanzenwachse ist ebenfalls zum Teil eine solche wie die der festen Fette und andererseits dienen sie als Ersatz des Bienenwachses. Auch Mischungen mit anderen Körpern kommen in Frage. So dient ein Gemisch von Pflanzenwachs, Lanolin und Rizinusöl als Überfettungsmittel für Seife (vgl. Seidl, 8).

In der Heimat dienen die Wachse, wie z. B. das Carnaubawachs, häufig zur Kerzenbereitung.

II. Geschichtliches. Die Verwendung der Wachse geht in den Heimatländern weit zurück. Sicherlich ist z. B. das Japanwachs in seiner Heimat schon von altersher in Verwendung. In Europa hingegen sind die vegetabilischen Wachse zum großen Teile erst Anfang des 19. Jahrhunderts bekannt geworden und sind seit dieser Zeit Einfuhrartikel. Den wesentlichsten Anteil an der Einfuhr von Pflanzenwachsen nehmen: Carnaubawachs und Japanwachs.

III. Chemische Zusammensetzung. Die Wachse stehen teilweise, wie bereits erwähnt, zu den Fetten in gewissen Beziehungen. Sie enthalten vielfach, wie diese, höhere Fettsäuren, jedoch nicht, wie die Fette, als Glyzerinester. Vielfach enthalten die Wachse diese Fettsäuren, insbesondere z. B. Palmitinsäure, Cerotinsäure usw., an cholesterinartige Alkohole, wie Cetyl-, Ceryl-, Myricylalkohol und ähnliche gebunden. Solche Alkohole, die man auch als Fettalkohole bezeichnet hat, fehlen den eigentlichen Fetten. Außer diesen Verbindungen sind oft auch erhebliche Mengen von Kohlenwasserstoffen zugegen. Das »Unverseifbare« der Fette hat oft so große Ähnlichkeit mit Wachsen, daß man versucht ist, diesen ständigen Bestandteil aller Pflanzenfette als ein vom Fett schwer trennbares Wachs zu bezeichnen. Auf der anderen Seite haben die Wachse auch wieder Beziehungen zu den Harzen. So wurde der charakteristische Bestandteil der Elemiharze, das β-Amyrin, auch in Wachsen aufgefunden (s. Godangwachs). Auch ist die Ähnlichkeit mancher Harzalkohole mit Wachsalkoholen kaum zu leugnen, so daß man vielleicht mit einem gewissen Recht die Wachse als chemisch zwischen den Fetten und Harzen stehend bezeichnen kann; jedoch so, daß die Wachse den Harzen in chemischer, wohl auch in physiologischer Beziehung näher stehen als den Fetten. Die Bestandteile der Wachse sind nur zum Teil genauer erforscht. Viele in der Literatur befindliche Formeln bedürfen unzweifelhaft einer Revision. Diese Unsicherheiten sind recht wohl erklärlich, da es sich teilweise um außerordentlich hohe Moleküle (bis zu 40 und mehr Kohlenstoffatomen) handelt. Vielfach sind auch Fette als Wachse beschrieben und bezeichnet. So gehört das Myricawachs unter die Fette und ebenso das Japanwachs (von Rhusarten). Es wird daher hier nicht behandelt.

B. Besonderer Teil.

1. **Aizoaceenwachs.** Aus den Blättern von *Mesembrianthemum expansum* L. und *M. tortuosum* L. haben Hartwig und Zwicky (9) ein Wachs isoliert, das unter anderm einen bei 68—69° schmelzenden Kohlenwasserstoff (Mesembren $C_{28}H_{56}$) und einen bei 73—74° schmelzenden Alkohol Mesembrol ($C_{31}H_{64}O$ oder $C_{30}H_{62}O$) enthielt.

2. **Araliaceenwachs.** Aus den Blättern von *Trevesia sundaica* Miqu. erwähnt J. Flieringa (10).

3. **Balanophorenwachs.** Alle Balanophora-Arten, unter diesen besonders *Balanophora elongata* Bl. auf Java und *Langsdorffia hypogaea* Mart. in Südamerika, sind ausgezeichnet durch den reichen Gehalt an Wachs, welches die Parenchymzellen der Stämme (Knollen) in so bedeutender Menge erfüllt, daß die Pflanzen, angezündet, mit leuchtender Flamme brennen. Wachs im Innern der Organe ist physiologisch bedeutsam (vgl. die Einleitung).

In Südamerika (Neugranada) werden die ganzen Pflanzen von *Langsdorffia* als sogenanntes »Siejas« auf den Märkten verkauft und an Festtagen als Kerzen verbrannt. Auf Java werden die Knollen von

Balanophora elongata zu Brei gestoßen, daraus eine Art »Pasta« gemacht, und damit dünne Bambusstäbchen bestrichen, welche getrocknet als Kerzen dienen. Durch Auskochen der Pflanzen wird das Balanophorenwachs, Cire de Balanophore, Balanophor wax, erhalten. Dasselbe stellt eine graugelbliche Masse dar. Das mit Äther extrahierte Wachs hat Färbung und Konsistenz des gewöhnlichen Bienenwachses. Es ist in Alkohol wenig, in Äther sehr leicht löslich, schmilzt bei etwa 100° C [Schaedler (11)] und hat bei 15° C. ein spezifisches Gewicht von 0,995 (Schaedler).

Das Wachs hat die Eigentümlichkeit, sich in kalter konzentrierter Schwefelsäure zu lösen und durch Wasser aus dieser Lösung unverändert gefällt zu werden (12).

Dieses Wachs ist als Gemenge eines Glyzerides, Wachses und Harzes anzusehen, es kommt im europäischen Handel nicht vor.

Nach neueren Untersuchungen soll das Wachs keine Glyzeride enthalten, aber bei der Spaltung Palmitinsäure geben (13).

4. Bixaceenwachs. Aus den Blättern von *Bixa Orellana* L. (Brasilien) erhielt Peckolt (14) ein nicht näher untersuchtes Wachs im Gemisch mit Fett.

5. Bombaceenwachse. Von *Eriodendron anfractuosum* D. C., und zwar aus dem Kapok erhielten Matthes und Streicher durch Alkohol- und Benzolextraktion ca. 5% eines blauroten Wachses von eigenartigem Geruch und Schmelzpunkt 24°, S. Z. 60, V. Z. 170. Es wurden Palmitinsäure (15% d. Fettsäuren), Linolsäure (38% d. F.), Ölsäure (61% d. F.) und sehr wenig Linolensäure gefunden, an Alkoholen, Phytosterin, Melissylalkohol und sehr geringe Mengen eines Kohlenwasserstoffes.

Ein sehr ähnliches Wachs haben die gleichen Autoren auch aus dem Akon von *Bombax malabaricum* dargestellt (15).

6. Candelillawachs. Das Candelillawachs stellt die Wachsüberzüge dar, die die strauchartige Euphorbiacee *Pedilanthus Pavonis* Boiss. (auch *Euphorbia antisyphilitica* wird angegeben) an allen oberirdischen Teilen zeigt. Die Pflanze kommt in den meisten mexikanischen Staaten, auch in Südkalifornien vor. Zur Gewinnung wird der Wachsüberzug abgekratzt oder werden die Zweige mit Wasser gekocht, wobei das abgelöste Wachs sich auf dem Wasser sammelt (16). Endlich soll auch das Wachs durch Extraktion neuerdings gewonnen werden. Es kann jährlich zwei- bis dreimal Wachs abgenommen werden, bzw. können die Zweige usw. geschnitten werden. Die Ausbeute ist recht erheblich. Nach Niederstadt (17) sollen 0,4 ha jährlich $^1/_2$ bis 2 t Wachs liefern.

Äußere Eigenschaften: Das Rohwachs ist grau, grobkörnig, opak, etwas bröckelig. Gereinigtes ist braun bis rötlich. Zum Bleichen ist, wie bei Carnaubawachs (s. d.) ein erheblicher Zusatz von Paraffin notwendig. Der Schmelzpunkt des Rohwachses wird zu etwa 80—92° angegeben (18), der des gereinigten zu etwa 67—82° (19). Die Dichte ist zu 0,95 bis 0,99 bestimmt.

(Es ist anzunehmen, daß hierbei nicht immer reine Wachse vorgelegen haben, da diese Schwankungen doch allzu groß erscheinen.)

Kennzahlen:

$$n^{D}_{70^0} = 1{,}456$$

SZ. etwa 10—20
VZ. etwa 50—65
nach Olsson-Selfer (20).

Chemische Zusammensetzung: noch nicht genügend erforscht. Hauptsächlich sind Kohlenwasserstoffe zugegen und sterinartige Alkohole. Am besten decken sich die Angaben von Lüdecke und von Berg, die 65—75%, bzw. 67,5% Unverseifbares angeben mit einem Gehalt an Kohlenwasserstoffen von ca. 50% (21).

Verwendung: Das Wachs ist noch nicht allzu lange bekannt. Es erschien zuerst 1907 auf einer Ausstellung in San Antonio. In Mexiko wird es zur Herstellung von Kerzen verwendet (daher der Name Candelilla). Das Wachs wurde sehr gut aufgenommen und würde auch einen guten Ersatz für Carnaubawachs bieten. Seit einiger Zeit hört man nur noch wenig, was vielleicht durch zu hohen Preis anderen Wachsen gegenüber zu erklären ist.

7. Carnaubawachs. Carnaubawachs (auch Cearawachs, Palmenwachs, cera carnauba, cera palmarum) wird von der Carnaubawachspalme, *Copernicia cerifera* Mart. (= *Corypha cerifera* L.) gewonnen.

Die Palme hat einen bis zu etwa 12 m hohen Stamm und einen Umfang von 30—45 cm. Die tiefgespaltenen Fiederblätter bilden eine kugelige Krone (22). Die jungen Blätter sind an der unteren Seite klargelb; in diesem Stadium sondern sie einen trockenen, aschfarbigen, pulverigen Stoff ab, der einen angenehmen eigenartigen Geruch hat, eben das Carnaubawachs. In dem erwähnten Stadium hängt das Wachs so lose an den Blättern, daß es abgeschüttelt werden kann. Später sitzt es noch loser auf, so daß schon ein Windhauch Wachs abfallen läßt.

Die Heimat der Wachspalme ist Brasilien, wo man sehr ausgedehnte Palmenhaine findet. Im Gegensatz zu Martius, der feuchten Boden als besonders günstig für die Entwicklung des Baumes nennt, wird von der Firma Ludmar G. m. b. H., die Importeurin des Wachses ist, angegeben (23), daß es gerade die trockensten Gegenden sind, in denen die Palme gedeiht. Ja selbst nach zwei- bis dreijähriger absoluter Trockenheit, wenn fast die ganze übrige Vegetation der Sonnenglut erliegt, mache die Carnaubawachspalme eine Ausnahme mit reicher Blütenpracht und üppigem Grün.

Am häufigsten kommt die Palme nach der soeben genannten Firma in der Provinz Ceara vor, ferner in den Tälern von Assu und Apody im Staate Rio Grande del Norte, und zwar in Hainen, die sich längs der Flußläufe hinziehen.

Wie Wiesner (24) festgestellt hat, überzieht das Wachs sowohl die untere, wie die obere Blattseite in Form einer für das freie Auge völlig gleichartigen grüngelben Decke. An der Oberseite ist die Wachsschicht stärker entwickelt. Sie bildet beim Ablösen dünne bis 5 mm lange Schuppen, die an der Unterseite einen genauen Abdruck der Blattoberfläche zeigen und lassen die Epidermisstruktur und die Spaltöffnungen deutlich erkennen. Sie zeigen nach Wiesner, daß alle Zellen der Oberhaut an der Wachsausscheidung teilnehmen. Unter dem Mikroskop zeigen sie sich als eine Anhäufung von zylindrischen und prismatischen Stäbchen, die senkrecht zur Blattoberfläche stehen.

Gewinnung des Carnaubawachses: Zur Gewinnung werden die jüngeren Blätter, die noch möglichst ausgebreitet sind, verwendet (25), da die älteren schon zu viel Wachs verloren haben (s. o.). Die allerjüngsten läßt man für die nächste Ernte (die zweimal im Monat während eines halben Jahres vorgenommen wird) stehen. Die Blätter werden mit einer an einer langen Stange befestigten Sichel abgeschnitten, eine Arbeit, in der die Eingeborenen eine große Geschicklichkeit aufweisen, so daß einzelne bis zu 1000 Blätter an einem Tage schneiden.

Die gesammelten Blätter werden mit der unteren Seite nach außen auf Matten ausgebreitet und durch Schlagen mit einem Stocke vom Wachse befreit. Das auf den Matten sich als feiner Staub sammelnde Wachs wird dann in kochendem Wasser geschmolzen, von der Oberfläche, wo es sich sammelt, abgeschöpft und in Formen gegossen.

Man schneidet von einer Palme bei jeder Ernte im Durchschnitt acht Blätter, also während der ganzen Ernte 96 Blätter, die zusammen etwa 1,8 kg Wachs liefern. (Nach anderen Angaben (26) sind 2000 bis 5000 Blätter für 15 kg Wachs erforderlich.)

Äußere Eigenschaften: Das Wachs bildet unregelmäßige Stücke von etwa Faustgröße. Die Farbe ist gelb bis dunkelgrau (s. unter Handelssorten). Zu heiß umgeschmolzenes Wachs ist glasig und nicht porös. In dünnen Splittern ist es durchscheinend, sonst völlig undurchsichtig. Es ist so hart und spröde, daß es sich ohne Schwierigkeit pulvern läßt. Der Geruch ist schwach, aber sehr charakteristisch.

In den üblichen organischen Lösungsmitteln ist es bei Zimmertemperatur nur sehr wenig löslich. Aus heißem Alkohol, ebenso aus Äther, scheidet es sich als kristallinische Masse ab, deren Schmelzpunkt bei 105 ° liegt. Der Schmelzpunkt ist etwa 83—85°. Älteres Wachs scheint einen höheren Schmelzpunkt zu besitzen (90—91 °) (27). Der Tropfpunkt ist nach Berg (31) 80,5—82 °. Die Dichte wird für 15/15 ° zu 0,990 (28) und 0,998—0,999 angegeben (29), bei 90/15,5 ° zu 0,850 (30).

Kennzahlen (32):

Brechungsindex, gemessen bei 85°, reduziert auf 40° = 1,4692—1,4717 (30).

Säurezahl = 0,3—8
Verseifungszahl = 74—95
Jodzahl (nach Wijs) = 5—13
Acetylzahl = 51—60

Chemische Zusammensetzung: Nach Stürcke (32) ist der Hauptbestandteil Cerotinsäuremyricylester und freier Myricylalkohol. Daneben ist wenig freie Cerotinsäure zugegen und geringe Mengen von Cerylalkohol und als Ester gebundener Carnaubasäure ($C_{24}H_{48}O_2$), ferner ein bei 59° schmelzender Kohlenwasserstoff und das Lakton einer bei 90° schmelzenden Dicarbonsäure $C_{21}H_{40}O_2$.

Handelssorten: Im Ursprungsland werden folgende Sorten unterschieden: »Flor-Blumen« regelmäßig eigelb; »Primeira« bis dunkelgelb, mit geringen Verunreinigungen; »Medina« schwach gelblich bis hellgrau; »Gordurosa« fett, dunkelgrau bis schwarz; »Arenosa« sandig, hellgrau bis dunkelgrau.

In Deutschland werden nur zwei Sorten gehandelt: fettgrau und courantgrau. Zum Bleichen (33) wird das Carnaubawachs mit Paraffin versetzt und partiell verseift, wobei die Farbstoffe in die Seife übergehen. Gebleichtes Carnaubawachs ist daher stark paraffinhaltig. Durch Ansäuern der Seifenlösung erhält man dann die sogenannten Carnaubawachsrückstände als ein in der Schuhcremefabrikation viel verwendetes Produkt.

Verwendung: Carnaubawachs wird als härtender Zusatz von Wachskompositionen aller Art benutzt, da schon wenige Prozente oft genügen, um den Schmelzpunkt beträchtlich zu erhöhen. In der Kerzenindustrie wird das Wachs gleichfalls zur Erhöhung der Härte des Schmelzpunktes zugesetzt, und deshalb, weil die mit dem Wachs hergestellten Kerzen beim Polieren einen höheren Glanz annehmen. Gleichfalls findet das Wachs ausgedehnte Verwendung bei der Herstellung von Schuhcremen, Lederappreturen, Bohnermassen usw. Ferner wird es bei der Herstellung von Phonographenwalzen und Aufnahmeplatten für Grammophone benutzt, da es hier nicht nur die nötige Härte erreichen läßt, sondern auch das Hervortreten der kristallinischen Struktur der übrigen Zusätze verhindert.

Handelsweise und Statistik: Das Wachs kommt aus dem Inneren in Arroben von 15 kg in die Hafenstädte, wo es in Jutesäcke verpackt wird, deren Gewicht dann 80—100 kg beträgt. Die Haupthafenplätze sind Fortaleza, Rio de Janeiro, Recife de Pernambuco, Bahia. Die Gesamterzeugung wird auf etwa 4000 bis 6200 t geschätzt. Die Einfuhr nach Deutschland betrug vor dem Kriege etwa 1700 t im Durchschnitt.

8. **Cucurbitaceenwachs.** Angaben über den Wachsüberzug der Blätter von *Bryonia dioica* Jacq. macht Etard (34).

9. **Empetraceenwachs** von den Blättern von *Emp. nigrum* L., erwähnt von van Itallie. Es besteht nach ihm zum größten Teile aus Cerotinsäurecerylester (35).

10. **Ericaceenwachs.** Aus Preiselbeerblättern von *Vaccinium vitis idaea* L. erhielt Karger (36) ein Wachs.

11. **Euphorbiaceenwachse** siehe auch Candelillawachs. Auf der Rinde von *Jatropha Curcas* befindet sich nach J. Sack ein Wachs, das aus Melissinsäuremyricylester und freiem Myricylalkohol besteht (37).

12. **Godang- oder Gondangwachs.** Stammpflanze: *Ficus ceriflua* = *F. variegata* Bl. (38) = *F. subracemosa* nach älteren Angaben. Die genannte Pflanze, der Wachsfeigenbaum, kommt auf West- und Mitteljava, Sumatra und Ceylon vor und liefert nach Junghuhn einen der fetten Milch ähnlichen Milchsaft. Über freiem Feuer eingedickt, dann mit Wasser behandelt, verwandelt sich letzterer in ein festes, grau bis braun gefärbtes Wachs, welches durch Bleichen rein weiß wird. Dieses Wachs (javanisches Pflanzenwachs, cire de figuier, fig wax) ist im Heimatlande Handelsgegenstand und wird zur Herstellung von Kerzen verwendet. In Europa dürfte es kaum zu finden sein. Das auf Sumatra und Ceylon gewonnene Wachs, »Getah Lahre« genannt, stammt nach Blume von demselben Baume ab.

Das javanische Pflanzenwachs ist grau oder rötlichbraun, innen fast rosenrot, auch gelblich, sehr bröcklig und leicht zerreiblich, härter und spröder als Bienenwachs. Sein spezifisches Gewicht beträgt bei 15° C. 0,963 (Wiesner), 1,015 (Greshoff und Sack, 39). Nach Bleekrode (40) wird es bei 50° C. sirupartig und schmilzt bei 61° C. Nach Schaedler wird es schon bei 45° C.

weich und schmilzt bei 56—57° C. In siedendem Alkohol ist es unvollständig löslich. Aus der Lösung kristallisiert es in blumenkohlartigen Aggregaten aus (39), die bei 61° C. schmelzen. In Äther und Amylalkohol löst sich das Wachs, wenn auch unvollständig, ebenso löslich ist es in Terpentinöl, Benzin, Benzol, Chloroform. Nach Kaiser ist es in Schwefelkohlenstoff unlöslich. Kochende Kalilauge entfärbt das Wachs, bringt es jedoch nicht in Lösung. Aus dem in siedendem Alkohol löslichen Teil konnten Greshoff und Sack (a. a. O.) Ficocerylsäure von der Formel $C_{13}H_{26}O_2$ und dem Schmelzpunkt 57° C. und den Ficocerylalkohol $C_{17}H_{28}O$ mit dem Schmelzpunkt 198° C. isolieren. Bei trockener Destillation liefert das javanische Pflanzenwachs einen wässerigen, Essigsäure und Propionsäure enthaltenden Anteil und eine ölige Flüssigkeit, welche aus einem farblosen, fluoreszierenden Kohlenwasserstoff $C_{14}H_{26}$, einer bei 55° C. schmelzenden, kristallisierten Säure $C_{12}H_{24}O_2$ und einem kristallisierten, bei 51° C. schmelzenden Alkohol $C_{44}H_{88}O$ besteht.

Nach älteren Angaben liefert Feigenwachs (von *F. subracemosa*) zwei Körper $C_{15}H_{30}O$ und $C_{37}H_{56}O$ (41).

Nach Ultée stammt das Godangwachs von *Ficus variegata*. Ultée erhielt aus dem heißen Alkohol ein praktisch kautschukfreies Wachs vom Schmelzpunkt 64° (unscharf). Es enthielt den Ester des β-Amyrins und Lupeolazetat. Das β-Amyrin war an Palmitinsäure gebunden.

Sumatrawachs (»Getah Lahoe«) wird ebenfalls von einer Ficus-Art gewonnen und ähnelt durchaus dem Godangwachs (39, 40). Australisches Feigenwachs von *Ficus rubiginosa* (Neu-Südwales) und von *Ficus macrophylla* enthält nach Remué und Goyder (42) Azetat des Sycocerylalkohols ($C_{32}H_{54}O$), Schmelzpunkt 114°.

Auf Java und Sumatra wird dieses Wachs so wie Bienenwachs als Kerzenmaterial verwendet.

13. **Gramineenwachs.** Das Wachs von *Saccharum violaceum* Thuss. wurde von Avequin (43), Dumas (44) und Levy (45) untersucht. Avequin (a. a. O.) nannte den gegen Kalilauge sehr beständigen Wachskörper »Cerosin«. Dieser hatte, aus heißem Alkohol kristallisiert, den Schmelzpunkt 82° und d 15/15 = 0,961. Da sowohl Avequin wie Levy beim Erhitzen mit Natronkalk eine Säure erhielten (Cerosinsäure $C_{24}H_{48}O_2$, Schmelzpunkt 93,5°?), liegt offenbar ein Ester vor. Die Formulierung des Cerosins ist sehr unsicher.

Das Wachs hat viel Interesse erregt und auch zur Patentierung von Verfahren zur Gewinnung des Wachses aus der Bagasse (den Preßrückständen der Zuckerherstellung) geführt (46). Das Wachs soll sich als Ersatz für Carnaubawachs eignen (47).

Die Fette vieler Gräser enthalten so viel »Unverseifbares«, daß man sie als Gemische von Wachs und Fett ansprechen kann. Es seien erwähnt das Wachs aus Gerstenspelzen (48) und aus Reiskleie (49).

Saccharum officinarum. Nach dem Verfahren von A. Wijnberg (50) kann das Wachs, das zum Teil starke Überzüge bildet, als Nebenprodukt bei der Rohrzuckerfabrikation gewonnen werden (was sich aber wohl kaum als lohnend erwiesen hat). Dieses Wachs ist ein Gemisch eines primären Alkohols $C_{30}H_{60}O$, eines unbekannten Kohlenwasserstoffes $C_{33}H_{68}O$ und vielleicht noch anderer Kohlenwasserstoffe.

14. **Kompositenwachs.** Von *Taraxacum officinale* L. wurde aus der Wurzel ein Wachs erhalten, aus dem unter anderem Sterine (Taraxasterin $C_{29}H_{48}O$, 2½ aq. Schmelzpunkt 221—222°) und ein Homologes desselben, ferner Palmitin-, Öl-, Melissin-, Cerotinsäure isoliert wurden (51).

15. **Koniferenwachse.** Bourdier und Bougault (52) haben aus den Blättern von *Juniperus sabina* L., *Jun. communis, Picea excelsa, Pinus silvestris, Thuja occidentalis* Wachse erhalten. Die Trennung der Wachse von anderen Stoffen wurde durch Lösen in siedendem Alkohol bewirkt, aus dem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden. Alle Wachse bestehen aus Estern mit freier Säuregruppe und mindestens einer freien Hydroxylgruppe (die S. Z. sind etwa 25, die V. Z. etwa 230). Beim Verseifen entstehen nur Stoffe von Säurecharakter, keine rein alkoholartigen Verbindungen. Die meisten sind einbasische, zweiwertige Oxynsäuren (z. B. Juniperinsäure = 16-Oxypalmitin-

säure (Schmelzpunkt 95°) in allen Koniferenwachsen. Sabininsäure = 12-Oxylaurinsäure (Schmelzpunkt 84°) nur im Wachs von *Juniperus sabina*. Dasselbe Wachs enthielt auch die ebenfalls im Wachs von *Thuja occidentalis* vorkommende Thapsiasäure = $C_{16}H_{30}O_4$ (Schmelzpunkt 124°), die auch durch Oxydation von Juniperinsäure entsteht (53). Das Wachs der Blätter von *Sequoia gigantea* enthält nach Keegan (54) Carotin und viel Phytosterin. Die Wachse dürften sogen. »Estolide« sein, d. h. Ester der Oxysäuren untereinander.

Das Wachs von *Alyxia stellata* R. und L. ist ganz anders zusammengesetzt. Es ist auch kein eigentliches Koniferenwachs, sondern stammt von einem im Holz des Baumes schmarotzenden Pilz (55).

Auch das Wachs (Reif) der Wacholderbeeren (von *Juniperus communis* L.) wurde untersucht (56).

16. Kuhbaumwachs. Aus dem Stamme und den Ästen der Moracee *Brosimum galactodendron* Don. (*Galactodendron americanum L.* = *G. utila* H. B. Knuth, amerikanischer Milch- oder Kuhbaum) wird durch Einschnitte ein Milchsaft gewonnen, der in Farbe und Geschmack der Kuhmilch gleicht, sich von letzterer aber dadurch unterscheidet, daß er konsistenter ist und durch Säuren nicht gerinnt, sondern selbst etwas sauer ist. Der Baum wächst auf den Gebirgen Südamerikas und ist besonders charakteristisch für Venezuela. Durch Kochen werden aus dem Milchsafte 30—35% von einem gelblichweißen, harzartigen Stoff, dem Kuhbaumwachs (Cow tree wax), abgeschieden, dem sog. »Galactin« (57). Das Wachs ist etwas durchscheinend, läßt sich kneten, schmilzt bei 50—52° C., ist zum Teil verseifbar und hat von allen pflanzlichen Wachsarten äußerlich die meiste Ähnlichkeit mit dem Bienenwachs.

Nach Heintz (58) besteht das Wachs aus einem in kaltem absol. Alkohol löslichen Harz und einem nur in siedendem Alkohol löslichen kristall. Wachs vom Schmelzpunkt 65°.

Im Produktionslande wird das Kuhbaumwachs zur Herstellung von sehr guten Kerzen benutzt, die eine helle Flamme geben.

17. Lauraceenwachs. Das »Unverseifbare« des Lorbeeröls von *Laurus nobilis* L. ist nach Matthes und Sander wachsartig, es enthält Ikosan ($C_{20}H_{42}$) vom Schmelzpunkt 69°, wahrscheinlich identisch mit dem Bryonan aus Zaunrübenwachs. Ferner Myricylalkohol und ein Phytosterin und dessen Ester (59).

18. Leguminosenwachse. Untersucht wurden vornehmlich das Wachs aus Samenschalen von *Lupinus luteus* L. (60), und man fand in ihm das Lupeol $C_{26}H_{42}O$ (Schmelzpunkt 204—205°), wahrscheinlich ein Homologes der Amyrine. Auch in *Lupinus albus* L. wurde Lupeol gefunden (61). *Medicago sativa* L. s. Etard und Jacobson (62). Das in der giftigen Calabarbohne von *Physostigma venenata* vorhandene wachsartige »Unverseifbare« wurde von Windaus und Haut sowie von Salway untersucht (63). Das auf der Rinde von *Piptadenia macrocarpa* Benth. (Cebil) haben Hartwich und Wichmann beschrieben (64). Nach Keegan (65) enthalten die oberirdischen Teile von *Vicia Cracca* L. 1,7 % Wachs mit viel Caroten.

19. Linaceenwachs. Aus den Bastfasern von *Linum usitatissimum* L. kann ein wachsartiger Körper mit Petroläther extrahiert werden. Ausgehechelter Flachsstaub enthält bis zu 10 % dieses Wachses. Das Wachs ist gelb bis grünlichbraun, von mattem, schaligem Bruch und weist starken Flachsgeruch auf. In der Kälte spröde, wird es bei Handwärme knetbar. Durch Umkristallisieren aus heißem Benzin wird das Wachs kristallinisch, hat dann Schmelzpunkt 61—62°, d_{15} = 0,908. In den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln ist es leicht löslich, in Chloroform schwer und in Alkohol nur teilweise löslich. Hoffmeister (66) untersuchte das Wachs, doch erscheinen die Angaben recht zweifelhaft, da sie sich vielfach widersprechen. Er fand Cerylalkohol (67), Phytosterin (als Azetate sicher charakterisiert) und einen Kohlenwasserstoff.

Bianchi und Malatesta (68) schieden aus der rohen Flachsfaser 2—3 % braunes Wachs aus, vom spez. Gewicht (15°) = 0,998, Schmelzpunkt 68—70°. SZ. 23—24, VZ. nach sechs Stunden 156 bis 163. Unverseifbares 22—23 %.

Die Verspinnbarkeit verdankt der Flachs z. T. der Gegenwart dieses Wachses.

20. Malvaceen. Baumwollwachs von *Gossypium herbaceum* L. Beim Extrahieren von amerikanischen Linters (roher Baumwolle) erhielt C. Piest (69) je nach dem Lösungsmittel 0,5—1,3 Extrakt. Der Ätherextrakt (0,74 %) war dem Japanwachs ähnlich (Schmelzpunkt 55—60 °). Knecht und Allan (70) hatten ebenfalls bei der Baumwollextraktion 0,38 bis 0,55 % eines Wachses, das bei einer ägyptischen Baumwolle zu 70 % in Alkohol leicht löslich war und bei 66—67 ° schmolz.

Die von Piest gefundenen hohen Verseifungszahlen bis über 160 sprechen nach Ansicht des Verf. dafür, daß es sich wohl mehr um ein Fett als ein eigentliches Wachs handelt.

Das Wachs ist wichtig für die Verspinnung der Baumwolle, da entfettete Baumwolle sich schwerer spinnen läßt, allerdings größere Reißfestigkeit aufweist.

21. Meliaceenwachs. Ein Wachs aus den Blüten von *Cedrela Toana* Roxb., Indien, erwähnt A. G. Perkin (71).

22. Moraceenwachs. Von *Cannabis sativa* L. Die Faser enthält $^1/_2$ bis 1% eines bräunlichen Wachses mit starkem Hanfgeruch. Schmelzpunkt 66—67 °, SZ. 46 bis 47, VZ. (nach 20 Minuten 162, Unverseifbares 11 %) (72), s. a. Kuhbaumwachs.

23. Morindaceenwachs. Von *Morinda umbellata* (Java), und zwar aus der Farbendroge und aus dem Holz von *Morinda citrifolia* L. »Jong Kontong« untersuchten Perkinson und Hummel (73), bzw. Oesterle und Tisza (74).

24. Ocubawachs. Dieses Wachs stammt von einer Myristica-Art, und zwar nach mehreren Angaben von dem haselnußartigen Strauch *Myristica Ocuba* Humb. et Bombl. (Brasilien, Para). Von den Früchten, die einen wasserlöslichen roten Farbstoff (Ocubarot) enthalten, wird die Hülle entfernt. Die Kerne werden zerquetscht, zu einem Teig zerrieben und kurze Zeit in Wasser ausgekocht. Durch Umschmelzen wird das ausgeschmolzene Wachs gereinigt und erscheint dann rein weiß und glänzend. Der Gehalt an Wachs beträgt 20—25% der gesamten Frucht (75).

Die Dichte (15 °) beträgt 0,920; der Schmelzpunkt 39—40 °. Es stellt ein Gemisch von Harz, Wachs und Fett dar. Nach Bonastre (75) kann das Harz durch Behandeln mit Ammoniak entfernt werden und aus dem Rückstand das Wachs mit siedendem Alkohol extrahiert werden.

Die Zusammensetzung ist nicht bekannt. Es erscheint etwas zweifelhaft, ob es sich hier um ein wahres Wachs und nicht vielmehr um ein Fett handelt (s. a. Myristicafette).

Das Ocubawachs ist in Brasilien, besonders in Para ein geschätzter Artikel, dessen Gewinnung von Januar bis März einen großen Teil der Bevölkerung beschäftigt. Es wird zur Kerzenfabrikation verwendet.

25. Oleaceenwachs. Aus den Blättern von *Olea europaea* L. erhielten Power und Tutin (76) ein »Harz«, das nach seinem Gehalt an Cholesterolen aber eher als harzartiges Wachs anzusprechen ist. Der Hauptbestandteil, das Oleanol, ein phenolartiger Körper, wurde auch in unreifen Früchten durch Scurti und Tomasi (77) nachgewiesen.

Ein Wachs, das sich auf den Blättern von *Syringa vulgaris* L. befindet, erwähnt Mulder (78).

26. Orchidaceenwachs. Von *Orchis mascula* L. (79).

27. Palmwachs. Das Palmwachs wird von den gefällten Stämmen der auf den Anden Südamerikas (Columbia, Equador, Neugranada) in 2000—3000 m Höhe vorkommenden Wachspalme, *Ceroxylon andicola* Humb. et Bompl. gewonnen. Die die Stämme überziehenden bis zu ½ cm starken Wachskrusten werden abgeschabt und durch Umschmelzen gereinigt. Auch soll die Rinde ausgekocht werden. Nach Purdie soll die Ausbeute je Baum etwa 12,5 kg Wachs betragen. Die Bäume erreichen eine Höhe bis zu 30 m und haben bis 8 m lange fiedrige Blätter (80). Neuerdings werden zur Schonung der Bäume breite Blechringe um den Stamm gelegt, auf die das Wachs tropft (81).

Das Palmwachs ist dem Carnaubawachs sehr ähnlich (das übrigens auch gelegentlich als »Palmwachs« bezeichnet wird) und wird wohl auch hier und da mit ihm verwechselt. Nach Bonastre (82) schmilzt das harte und spröde Wachs bei 102 bis 105 °, erweicht jedoch schon bei Hand-

wärme zu einer knetbaren Masse. Die Dichte ist 0,992—0,995. Nach Boussingault (83) schmilzt das gereinigte (dann gelbe) Wachs schon bei 72°; es soll aus Cerylcerotinat und Melissylpalmitat bestehen.

Verwendung: In Europa wenig bekannt, ist das Palmwachs in Südamerika ein gesuchter Artikel, der die brasilianische Regierung zu erfolgreichen Anbauversuchen veranlaßte. Es wird bei der Herstellung von Kerzen und Wachsstreichhölzern benutzt.

Nach Boussingault (a. a. O.) soll auch das dem Palmwachs ähnliche Wachs der Palme *Klopstockia cerifera* gewonnen werden (83). Nach Moritz (84) käme auch *Ceroxylon andicola* in Betracht.

28. Papaveraceenwachs. Die Kapseln des Mohns von *Papaver somniferum* L. enthalten einen Wachsüberzug, der beim Abschaben des Opiums in dieses übergeht. Das aus dem Opium von Hesse (86) isolierte Wachs enthielt Cerotinsäurecerylester und Palmitinsäurecerylester.

29. Pisangwachs. Dieses Wachs stammt von einer in Niederländisch-Indien, besonders auf Java vorkommenden, nicht näher bestimmten Musa-Art, deren Blattunterseiten es mit einem weißen, mehlartigen Überzug bedeckt. Behufs Gewinnung des Wachses werden diese Überzüge mit hölzernen Messern abgeschabt und dann über freiem Feuer umgeschmolzen (87). Nach Schumann beträgt die Ausbeute an Wachs von einer Pflanze 60 g. Das Pisangwachs wird von Greshoff und Sack (88) als harte, grießartige, weiße, oft auch gelbe oder hellgrüne Masse beschrieben, die größere oder geringere Durchsichtigkeit, kristallinischen Bruch und einen lichten, an der Oberfläche haftenden Anflug besitzt. Das Wachs läßt sich leicht pulvern, schmilzt bei 79—81° C., hat ein spezifisches Gewicht von 0,963—0,970 und ist nicht selten durch Blattstengelfragmente, sogar auch durch Reste von Käfern verunreinigt. Es ist in kochendem Äthylalkohol wenig, dagegen in heißem Terpentinöl, Amylalkohol und Schwefelkohlenstoff leicht löslich. S. Z. = 2—3; V. Z. = 109. Bei der trockenen Destillation liefert das Pisangwachs einen bis 280° C. siedenden Kohlenwasserstoff $C_{16}H_{34}$ und eine von der Cerotinsäure durch ihren Schmelzpunkt 58° C. verschiedene Säure $C_{20}H_{52}O_2$. Aus dem Wachs wurden von Greshoff und Sack die Pisangcerylsäure $C_{24}H_{48}O_2$ (Schmelzpunkt 71°) und Pisangcerylalkohol $C_{13}H_{18}O$ (Schmelzpunkt 78°) isoliert. Das Pisangwachs ist der Hauptmenge nach der Pisangcerylester der Pisangcerylsäure. Die Pisangcerylsäure könnte nach Meyer, Boas und Soyka (89) unreine Carnaubasäure sein und der Pisangcerylester, dessen hoher Schmelzpunkt nicht recht zu einem Alkohol C_{13} stimmt, dürfte wohl ein höher molekularer phytosterinartiger Alkohol sein.

Das Pisangwachs findet nur in seinem Ursprungslande Verwendung.

30. Polygonaceenwachs. Wachs aus getrockneten Blättern von *Rumex sanguineus* L. stellte Keegan (90) dar.

31. Raphiawachs. Das Raphiawachs wird von den Blättern der *Raphia Ruffia* Mart. (= *R. pedunculata* P. B.) ausgeschieden. Die Eingeborenen Madagaskars gewinnen es, indem sie die bei der Fasergewinnung (Raphiabast) abfallenden Blattreste in Tücher wickeln und klopfen. Das in Staubform dabei abfallende Wachs wird dann in heißem Wasser erwärmt und in Kuchen zusammengeknetet (91).

Das Raphiawachs ist gelb bis braun, hart und spröde. In den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln ist es in der Kälte nur wenig oder nicht löslich; am leichtesten in heißem Benzol. Alkohol löst beim Kochen etwa 90% des Wachses, die sich beim Erkalten als schmalzartige weiße Masse wieder ausscheiden.

Die Dichte (15°) ist 0,95, der Schmelzpunkt 80°. Nach Haller (91) sollen die löslichen Anteile (Schmelzpunkt 80°) einen Wachsalkohol $C_{20}H_{42}O$ darstellen, ein Isomeres des synthetisch dargestellten n-Arachinalkohols (Schmelzpunkt 71°). Da aber bei Destillation mit Phosphorsäureanhydrid zwei verschiedene Kohlenwasserstoffe (Schmelzpunkt 36, bzw. 40°) erhalten werden, liegt die Vermutung nahe, daß es sich um ein Gemisch (vielleicht von zwei verschiedenen Isomeren?) handelt.

32. Rosaceenwachse. Der »Reif« der Pflaumen ist nach Seifert (92) ein hartes braungelbes Wachs (Schmelzpunkt 64°). Aus den Blättern von *Prunus sero-*

tina Erh. erhielten Power und Moore ein harzartiges Wachs, das freie und veresterte Fettsäuren enthielt (Linol-, Linolen-, Palmitin-, Stearinsäure) Cerylalkohol verschiedene Kohlenwasserstoffe, wie $C_{31}H_{64}$ usw. (93). Aus den Schalen von *Prunus spinosa* L. gewann Seifert ein dem Pflaumenwachs ähnliches Produkt.

33. **Rhamnaceenwachs.** Aus der Rinde (Cascara Sagrada) von *Rhamnus purshiana* D. C. wurde von Jowett (94) ein Fett und ein Wachs erhalten. Beide enthielten Arachinsäure, das Fett als Glyzerinester, das Wachs als Ester eines Cholesterols, des »Rhamnol« ($C_{20}H_{34}O$, Schmelzpunkt 135—136 °).

Auch aus der offizinellen Kreuzdornrinde von *Rhamnus cathartica* L. wurde ein wachsartiger Stoff »Rhamnosterin« $C_{13}H_{28}O_2$, Schmelzpunkt 83—85 °, erhalten (95). Ein Wachs aus dem Wurzelbast von *Ventilago Madraspatana* beschreiben Perkin und Hummel (96).

34. **Scrophulariaceenwachse** haben Klobb und Faudre (97) aus dem getrockneten Kraut von *Linaria vulgaris* Mill. dargestellt. Über das Blütenwachs von *Verbascum Thapsus* L. stellte T. Klobb (98) Untersuchungen an.

35. **Solanaceenwachse.** Der Farbstoff der Tomate von *Solanum lycopersicum* L. ist ein Lipochrom, wie Ehring (99) feststellte, das nach Willstätter und Escher (100) dem Caroten (s. Umbelliferenwachs) isomer ist. Ein harzartiges Wachs aus Zweigen und Blättern von *Solanum angustifolium* R. et P. beschreiben Tutin und Clever (101).

Wachs aus Tabakpulver wurde von Neßler (102) und Kißling (103) mit Petroläther ausgezogen. Durch Umfällen aus heißem Alkohol wurde es gereinigt. Mit dem Alter der Pflanze nimmt die Wachsmenge ab. Das reine Wachs war eine atlasglänzende Kristallmasse vom Schmelzpunkt 63 ° und besteht wahrscheinlich zum großen Teile aus Melissinsäuremelissylester.

36. **Tamaricineenwachs** wurde von Schaer (104) aus der Rinde von *Fouquiera splendens* (westliches Nordamerika) in einer Menge von 9 % erhalten. Es war gelblichgrün, wachsartig, Schmelzpunkt etwa 85 °. Es soll Melissylalkohol und Cerotinsäure enthalten.

37. **Tiliaceenwachs** aus den Blüten von *Tilia europea* L. haben Dieterich (105), sowie Klobb, Garnier und Ehrwein untersucht; es bestand wesentlich aus Kohlenwasserstoffen, während Bräutigam (106) eine wachsartige, kristallisierende Substanz »Tiliadin« $C_{21}H_{32}O_2$ aus der Rinde beschreibt.

38. **Umbelliferenwachs.** Der Farbstoff von *Daucus carota* L. cult. ist ein sogenanntes »Lipochrom«, dessen Farbstoff nach Arnaud (107) ein Kohlenwasserstoff, das Caroten ist. Ein schon von Husemann (108) gefundener und als der Möhrenfarbstoff betrachteter Körper »Carotin« ist nach ihm ein Oxydationsprodukt desselben. Ein als Reduktionsprodukt des »Carotins« von Husemann bezeichnetes »Hydrocarotin« ist nach Reinitzer (109) ein cholesterinartiger Stoff. Ein anderes Sterin, Daucosterin, wurde von Euler und Nordenson (110) gefunden.

39. **Urticaceenwachs.** *Humulus lupulus* enthält ein nicht näher charakterisiertes Wachs (111).

40. **Verbenaceenwachse.** Aus Blättern von *Lippia scaberrima* Sond. (112), *Lippia microcephala* Cham. (113) und *Duranta Plumieri* Jacq. (113) wurden harzhaltige Wachse gewonnen.

41. **Vitaceenwachse.** Der Wachsüberzug der Blätter von *Vitis vinifera* L. wurde von Etard (114) durch Abspülen der Blätter mit Schwefelkohlenstoff erhalten (Ausbeute 3,7 %). Es bestand aus den Estern von Fettsäuren, unter ihnen Palmitinsäure mit den cholesterinartigen Alkoholen Vitol ($C_{17}H_{34}O$, Schmelzpunkt 74°) und Vitoglykol ($C_{23}H_{44}O_2$). Derselbe Autor beschreibt (115) auch den »Reif« der Trauben, in dem er freie Fettsäuren und Fettsäureester eines Oenokarpol genannten Alkohols $C_{26}H_{39}(OH)_2$ + aq. (Schmelzpunkt 304 °) fand. Seifert (116) fand im Reif einen in Alkohol leichter löslichen Stoff, das »Vitin« $C_{20}H_{32}O_2$ (Schmelzpunkt 255 °, unscharf, vielleicht unreines Oenokarpol?). Blümel (117) fand Fettsäureglyceride (116). Es bestehen hier noch starke Widersprüche, vielleicht zu erklären durch verschiedene Gewinnungsart des »Wachses«, bei dem die Mischung mit anderen Sekreten oder Exkreten nicht zu vermeiden ist.

C. Literatur.

1. Wiesner, Bot. Ztg. (1871), 769.
2. Tittman, Jahresb. f. wiss. Botan. (1897), 28.
3. M. Simon, Sitzungsber. der Wiener Akad. (1910), II, 119; M. Strigel, ebenda (1908), I, 117.
4. de Bary, Bot. Ztg. (1871), 29; Göppert, Nova Acta acad. Carol. Leop. 18, Suppl. I, S. 257.
5. J. Sack, Inspectie van den Landbouw in West-Indie (1906), Bull. Nr. 5, S. 8.
6. Radcliffe u. Allan, Journ. Soc. Chem. Ind. 28, Nr. 5; Chem. Revue **14**, 640.
7. Czapek, Biochemie der Pflanze, Jena (1922), 811 ff.
8. Seidl, Deutsche Parfüm. Ztg. **10** (1924), 65.
9. Hartwig u. Zwicky, Apoth. Ztg. (1914), 925, 937, 949, 961.
10. Flieringa, Pharm. Weekbl. (1911), 433.
11. Schaedler, Techn. d. Fette, 2. Aufl. II, 880.
12. Poleck, Ann. (1848), 179; s. a. Simon, Chem. Ztg. (1910), 1213; Monatshefte f. Chem. (1911), 89.
13. Strigl, Sitzungsber. Wien. Akad. (1914), IIb, 119.
14. Peckolt, Ber. Pharm. Ges. (1899), 73.
15. v. Matthes u. Streicher, Arch. Pharm. (1913), 438.
16. Mc. C. Sanders, Journ. Ind. Eng. Chem. (1911), 115.
17. Niederstadt, Chem. Ztg. (1911), 1190.
18. Ljubowsky, Seifsztg. (1910), 709; R. Berg, Chem. Ztg. (1917), 1162.
19. Hare u. Bjerregaard, Journ. Ind. Eng. Chem. (1910), 203; Olsson-Seffer, Oil, Paint and Drug Rep. (1910) Nr. 28; Mc. C. Sanders, a. a. O., Ljubowski, a. a. O.; Niederstadt, Berg, a. a. O.; C. Lüdecke, Seifsztg. (1912), 793, 829.
20. Olsson-Seffer (vgl. 19).
21. S. a. Meyer u. Sojka, Z. angew. Chem. (1913) II, 710.
22. Martius, Reise in Brasilien **2**, S. 753 und Flora brasil. vol. III, **2**, 134.
23. Chem. Umschau (1922), 278 u. 285.
24. Wiesner, Bot. Ztg. (1871), 769.
25. Semler, Trop. Agrikultur, 2. Aufl. (1897), 733.
26. Pharm. Weekblad; Tropenpfl. (1904), 521.
27. Schaedler, Technologie d. Fette usw., 2. Aufl. I, 883.
28. Husemann u. Hilger, nach Benedikt-Ulzer, 4. Aufl. S. 889.
29. Valenta u. Wawrosch, Seifenfabr. (1883), 438.
30. Allen nach Benedikt-Ulzer (a. a. O.).
31. R. Berg, Chem. Ztg. (1903), 755.
32. s. 8—10, ferner Stürcke, Ann. (1883), 283; v. Hübl, Dingl, Polyt. Journ. (1883), 338; Radcliffe, Journ. Soc. Chem. Ind. (1906), 711; Dlusski, Farmareft (1899), 1307; Terreil, Rev. intern. des falsif. (1890), H. 4; Maskelyne, Chem. News (1869), 145.
33. Bela Lach, Chem. Revue (1915), 40, 49.
34. Etard, C. R. (1892), 364.
35. van Itallie, Pharm. Weekbl. (1918), 709.
36. Karger, Chem. Ztg. Rep. (1902), 314.
37. Sack, Inspectie v. d. Landbouw in West-Indien, Bull. (5), 8.
38. A. J. Ultée, nach Jahresb. d. Pharm. (1914), 24; Pharm. Weekbl. (1915), 1097, (1924), 1118.
39. Greshoff u. Sack, Rec. trav. chim. des Pays-Bas (1901), 65.
40. Bleekrode, Jahresb. d. Pharm. Bd. 7, 182.
41. Kessel, Ber. Chem. Ges. (1878), 2113.
42. Remné u. Goyder, Journ. Soc. Chem. Ind. (1862), 918.
43. Arcquin, Ann. (1841), 170.
44. Dumas, Ann. (1841), 173.
45. Levy, Ann. Chim. et Phys. (1845), 451.
46. V. St. A. Pat. 941 401; Engl. Pat.1332/1915.
47. Chem. Ztg. (1918), 100.
48. R. Geys, Z. f. Brauwesen (1910), 347.
49. Weinhagen, Z. physiol. Chem. (1917), 159.
50. Wijnberg, Diss. Delft (1909).
51. Power u. H. Browning jun., Journ. Chem. Soc. (1901), 2411.
52. Bourdier u. Bougault, C. R. (1908), 1311; Journ. Pharm. Chim., (1309), **10**; Bougault, Chem. Ztg. (1910), 441; Journ. Pharm. Chim. (1910), 425; C. R. (1910), 874.
53. Bougault, Journ. Pharm. Chim. (1911), 101.
54. Keegan, Chem. News (1915), 295.
55. Boorsma, nach Chem. Ztrbl. (1907) II, 165.
56. Steer, Ber. d. Wiener Akad. **21**, 283.
57. Schaedler, Technol. d. Fette usw., 877.
58. Heintz, Pogg. Ann. (1845), 240.
59. Matthes u. Sander, Arch. d. Pharm. (1908), 165.
60. Likiernik, Z. physiol. Chem. (1892), 415.
61. Castoro, ebenda (1904), 474; siehe auch Schulzen. Barbieri, Journ. prakt. Chem. (1882), 165.
62. Etard, C. R. (1892), 364; C. A. Jacobson, Journ. Am. Chem. Soc. (1911), 2048, (1912), 300.
63. Windaus u. Haut, Ber. Chem. Ges. (1907), 3681; Salway, Journ. Chem. Soc. (1911), 2148.
64. Hartwich u. Wichmann, Schweiz. Wochensch. f. Chemie u. Pharm. (1912), 312.
65. Keegan, Chem. News (1916), 85.
66. Hoffmeister, Ber. Chem. Ges. (1903), 1047.
67. s. a. Cross u. Bevan, ebenda (1890), Ref. 457.
68. Bianchi u. Malatesta, Chim. Appl. (1914), 297.
69. C. Piest, Z. angew. Chem. (1912), 396.
70. E. Knecht u. I. Allan, Journ. Soc. Dyers and Col. (1911), 142.
71. A. G. Perkin, Journ. Chem. Soc. (1912), 1538.

72. Bianchi u. Malatesta, Ann. Chim. appl. (1914), 297.
73. Journ. Chem. Soc. (1894), 851.
74. Arch. d. Pharm. (1908), 150.
75. Bonastre, Ann. chim. phys. (1893), 69; s. a. Chem. Revue (1901), 213.
76. Power u. Tutin, Transact. Chem. Soc. (1908), 891, 904.
77. Scurti u. Tomasi, Chem. Ztg. (1912), 393.
78. Nach Husemann u. Huseman, die Pflanzenstoffe, 1135.
79. Keegan, Chem. News (1915), 295.
80. Seman, die Palmen, 97.
81. Pharm. Ztrlhalle (1903), 866; Seifenfabrikant (1903), 876.
82 Bonastre, Ann. Chim. Phys. (1835), 17.
83. Boussingault, ebenda (1903), 333.
84. nach Thalmann, Fette, Öle, Wachse (1922), 236.
85. Moritz, Botan. Ztg. (1844), 433.
86. Hesse, Ber. Chem. Ges. (1870), 637; s. a. Rakshit, Analyst. (1918), 321.
87. Pharm. Ztrlhalle (1900), 765.
88. Greshoff u. Sack, Rec. trav. chim. des Pays-Bas (1901), 65.
89. Meyer, Boas u. Soyka, Monatsh. f. Chem. (1913), 1113.
90. Keegan, Chem. News (1916), 74.
91. Jumelle, C. R. (1905), 1251; A. Haller, ebenda (1907), 594 ff.; s. a. Oil, Paint and Drug Rep. **70**, Nr. 13.
92. Seifert, Landw. Versuchsstation (1894), 29.
93. Power u. Moore, Journ. Chem. Soc. (1910), 1099.
94. Jowett, nach Chem. Ztrbl. (1905) I, 388.
95. Tschirch u. Bamberger, Arch. d. Pharm. (1911), 218.
96. Perkin u. Hummel, Journ. Chem. Soc. (1894), 623.
97. Klobb u. Faudre, Bull. Soc. Chem. (1907), 1210.
98. Klobb, Ann. Chim. Phys. (1911), 410.
99. Ehring, Chem. Ztg. (1897), Rep. 62.
100. Willstätter u. Eschler, Z. physiol. Chem. (1910), 47.
101. Tutin u. Clever, Journ. Chem. Soc. (1914), 559.
102. Neßler, Der Tabak, seine Bestandt. usw., Mannheim (1867); s. a. Degrazia, Mitt. d. österr. Tabakregie (1913), 109.
103. Kißling, Ber. Chem. Ges. (1883), 2432; Chem. Ztg. (1900), 499; (1902), 673; (1904), 775.
104. Ed. Schaer, Arch. d. Pharm. (1898), 1; s. a. D. R. P. 216 792.
105. Dieterich, Helfenberger Ann. I. Dezenn., 228.
106. Bräutigam, Arch. d. Pharm. (1900), 556.
107. Arnaud, C. R. (1886), 1119, 1319; nach Willstätter u. Mieg, Ann. (1907) ist die Formel $C_{40}H_{56}$.
108. Husemann, Ann. (1861), 200.
109. Reinitzer, Monatsh. f. Chem. (1887), 597.
110. Euler u. Nordenson, Z. physiol. Chem. (1908), 223.
111. Lermer, Vierteljahrsschr. f. prakt. Chem. **12**, 506.
112. Power u. Tutin, Arch. d. Pharm. (1907), 337; s. a. Jäger, ebenda 342.
113. Peckolt, Ber. pharm. Ges. (1905), 465.
114. Etard, C. R. (1892), 364.
115. Etard, ebenda (1892), 232.
116. Seifert, Monatsh. f. Chem. (1893), 719.
117. Blümel, Ztschr. f. Nahrungsmittel, Hygiene usw. (1898), 139.

H. Wolff.

Zucker.

O. Kallmann, W. Krüger (Zuckerrohr) und F. Schneider (Zuckerrübe).

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Allgemeiner Teil 2024
1. Charakteristik 2024
2. Geschichtlicher Überblick 2025
3. Entstehung der Zucker (Synthese) in den Pflanzen 2025
4. Funktion der Zucker im Pflanzenkörper 2026
5. Vorkommen der Zucker im Pflanzenkörper 2026
6. Allgemeine Eigenschaften 2027
a) Reduktionsvermögen 2027
b) Verhalten gegen Alkalien und Säuren 2028
c) Bildung von Hydrazonen und Osazonen 2028
d) Bildung von Estern 2028
e) Bildung von Glukosiden 2928
α) Bildung von Glukosiden durch Synthese 2028
β) Natürlich vorkommende Glukoside 2028
γ) Glukosidbildung der Zucker untereinander 2029
f) Hydrolyse 2030
g) Einwirkung von Enzymen . . . 2030
h) Gärungsvermögen 2030
i) Nachweis der Zucker 2031
k) Allgemeine Verwendung der Zucker 2032

B. Übersichten 2032
I. Chemischer Überblick über die in den Pflanzen vorkommenden Zucker 2032
1. Monosen 2032
a) Pentosen 2032
Methylpentosen 2033
b) Hexosen 2033
c) Heptosen 2035
2. Zuckeralkohole 2035
a) Tetrite 2035
b) Pentite 2036
c) Hexite 2036
d) Heptite 2036
3. Cyclite 2036
a) 5 wertige Cyclite 2036
b) 6 wertige Cyclite 2037
4. Polyosen 2038
a) einfachere Polyosen 2038
α) Hexobiosen 2038
β) Hexotriosen 2040
γ) Hexotetrosen 2042

Seite
b) höhere Polyosen 2042
α) Stärke 2042
β) Glykogen 2044
γ) Inulin und Begleitstoffe . . 2044
δ) Hemizellulosen 2045
ε) Gummistoffe, Pflanzenschleime und Pektinstoffe . 2046
ζ) Zellulose 2046
η) Stickstoffhaltige Polyosen (Aminozucker) 2046
II. Übersicht über wichtigere zuckerhaltige Pflanzen 2046

C. Besonderer Teil 2057
I. Zuckerhaltige Ausschwitzungen . . 2057
Nektar und Honigtau 2057
1. Nektar, Honig 2058
2. Honigtau 2060
a) Hexobiosen enthaltende Mannaarten 2061
b) Hexotriosen enthaltende Mannaarten 2062
c) Mannit enthaltende Mannaarten 2063
d) Dulcit enthaltende Mannaarten 2064
e) Pinit enthaltende Mannaarten . 2064
f) Mannaarten, die höhere Polyosen enthalten 2064
II. Zuckerhaltige Früchte 2065
1. Weintrauben 2065
2. Feigen 2071
3. Datteln 3073
4. Johannisbrot 2076
5. Bananen 2078
6. Citrusfrüchte 2081
III. Zuckerhaltige oberirdische Sprosse . 2084
1. Zuckerhaltige Halme einiger Süßgräser 2085
a) Sorghum 3085
b) Zuckerrohr 2086
2. Zuckerhaltige Stämme einiger Ahornarten und Palmen 2101
a) Ahornzucker 2101
b) Palmzucker 2102
IV. Zuckerhaltige Wurzeln und unterirdische Sproßorgane 2105
1. Rohrzuckerhaltige Wurzeln . . . 2105
Zuckerrübe 2105
2. Inulinhaltige Wurzeln bzw. unterirdische Sproßorgane 2117
a) Zichorienwurzel 2117
b) Topinambur 2119

D. Literatur 2121

A. Allgemeiner Teil.

1. Charakteristik. Die in den Pflanzen vorkommenden Zuckerarten lassen sich in zwei große Gruppen einteilen, und zwar in die der einfachen Zucker oder Monosen und die der zusammengesetzten Zucker, der Polyosen oder Polysaccharide. Da die letzteren bei der Hydrolyse Monosen liefern, so sind die Monosen als die Grund-

stoffe der Zuckerarten anzusehen. Monosen und Polyosen bilden zusammen im wesentlichen die große Klasse der Kohlenhydrate, so bezeichnet, weil die meisten Verbindungen die allgemeine Formel $C_nH_{2n}O_n$ besitzen, also außer Kohlenstoff die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnis wie das Wasser enthalten.

Diese Stoffe sind für das Leben der Pflanzen von außerordentlicher Bedeutung und liefern Rohstoffe, die sowohl durch ihre Verwendung als Nahrungs- und Genußmittel wie auch als Ausgangsmaterialien für die Technik von größter Wichtigkeit sind.

2. Geschichtlicher Überblick. Die chemische Zusammensetzung der Zuckerarten ist erst in jüngster Zeit aufgeklärt worden. Der lange bekannte Rohrzucker wurde im Jahre 1747 durch Markgraf auch in der Zuckerrübe nachgewiesen. Proust stellte 1806 aus den Weintrauben einen Zucker dar, den er als Traubenzucker bezeichnete, und Kirchhoff entdeckte im Jahre 1815, daß man denselben Zucker auch durch Hydrolyse der Stärke gewinnen könne. Die empirische Formel des Traubenzuckers wurde dann von Liebig und Berzelius aufgestellt. Die Ermittlung der Zusammensetzung des Rohrzuckers und damit die Auffindung der Fruktose erfolgte 1847 durch Dubrunfaut, der auch die Natur des Malzzuckers aufklärte.

Als Zucker bezeichnete man Stoffe, die einen süßen Geschmack besaßen und gärfähig waren; über ihre Konstitution herrschte völlige Unklarheit. Erst Kekulé vertrat 1860 zum erstenmal die Ansicht, daß der Traubenzucker als Aldehyd aufzufassen sei. Er begründete dies damit, daß dieser Zucker durch alkalische Metallsalzlösungen reduziert wurde und bei der Oxydation eine Säure lieferte. Im Jahre 1870 stellte Baeyer die heute allgemein anerkannte Konstitutionsformel für den Traubenzucker auf:

$$CH_2OH—(CHOH)_4—CHO.$$

Weitere Aufklärung brachten die Arbeiten von Tollens und seinen Schülern, sowie die Kilianis (1880), der erkannte, daß der Fruktose nicht die Aldehydformel, sondern eine Ketoformel zuzuschreiben sei:

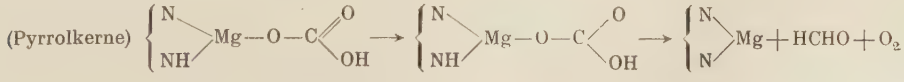
$$CH_2OH—(CH\cdot OH)_3—CO—CH_2OH.$$

Bahnbrechend wirkten die Arbeiten Emil Fischers, der im Jahre 1883 durch die Darstellung der Phenylhydrazinverbindungen eine Methode zur Gewinnung der Zucker in reinem Zustande fand. Dadurch, sowie mit Hilfe der van't Hoff-Le Belschen Theorie konnten die Raumformeln aller wichtigen Zuckerarten ermittelt werden. Alsdann blieb die Chemie der Zucker lange im Hintergrund der Forschung, bis in neuester Zeit außerordentliche Fortschritte in der Aufklärung der Struktur, vor allem der höheren Polyosen, durch die Arbeiten von Irvine (London), Karrer (Zürich) und H. Pringsheim (Berlin) erzielt wurden.

3. Entstehung der Zucker (Synthese) in den Pflanzen. Die synthetische Bildung der Zuckerarten, die nur in grünen Pflanzen möglich ist, erfolgt zunächst durch einen als Assimilation oder besser als Photosynthese bezeichneten Prozeß.

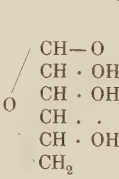
Die von der Pflanze aufgenommene Kohlensäure wird durch die strahlende Energie der Sonne unter der Einwirkung des Chlorophylls als Katalysator reduziert und zwar höchstwahrscheinlich zu Formaldehyd: $CO_2 + H_2O = HCHO + O_2$.

Zur Erklärung dieses Vorganges wird angenommen, daß zunächst eine gewisse Konzentration des aufgenommenen Kohlendioxyds durch Absorption in den Grenzschichten der Leukoplasten und Chromoplasten stattfindet (1), worauf dann eine Anlagerung des Kohlendioxyds an das Magnesium des Chlorophyllkomplexes erfolgt. Die so entstandene Chlorophyll-Kohlensäureverbindung, die eine hohe freie Energie besitzt, lagert sich wahrscheinlich zu Chlorophyll-Formaldehyd-Peroxyd um [Willstätter (2)]. Nach der Abspaltung des Sauerstoffes dieser Verbindung, die sehr leicht eintritt, löst sich der Formaldehyd vom Chlorophyll und wird weiter zu Zuckern kondensiert, wohl unter Bildung von Glykolaldehyd $CH_2OH\cdot CHO$ als Zwischenprodukt:



Die gebildeten Zucker, meist Hexobiosen, z. B. Rohrzucker, werden entweder direkt zu den Orten des Verbrauchs und zu den Speicherorganen im Pflanzenkörper fortgeführt, wie z. B. bei den Monokotyledonen, oder aber es tritt weitere Kondensation zu Stärke ein, wie z. B. bei den meisten Familien der Dikotyledonen. Diese Stärke lagert sich dann in den Chlorophyllkörnern in Gestalt mikroskopisch kleiner, geschichteter Sphärokristalle ab, wobei an einem Sommertage in einem Quadratmeter Blattfläche etwa 25 g Stärke gebildet werden.

Nach der Ansicht von H. Pringsheim (3) entstehen jedoch bei der Photosynthese aus Formaldehyd und Wasser zunächst Radikale von folgender Struktur:



Diese Radikale kondensieren sich zu Stärke, und zwar erfolgt durch Zusammenschluß zweier dieser Radikale die Bildung von Amylobiose, der Inhaltssubstanz, und durch Vereinigung dreier Radikale die Bildung des Amylopektins, der Hüllsubstanz der Stärke.

4. Funktion der Zucker im Pflanzenkörper. Der Prozeß der Photosynthese steht im Mittelpunkt des Stoffwechsels der lebenden Zelle. Die gebildeten Zucker sind die Träger der chemischen Energie, deren die Pflanze zur Durchführung der zahllosen lebensnotwendigen Umsetzungen und die einzelne Zelle zur Ausführung aller Zellfunktionen bedarf. Die Zucker liefern der Pflanze das Material zum Aufbau aller organischen Stoffe, die sie zur Bildung von Protoplasma und Zellmembran, zum Aufbau ihrer Organe gebraucht.

Die Entstehung der Eiweißstoffe geschieht entweder direkt aus Formaldehyd und einfachen Stickstoffverbindungen, wobei zunächst Aminosäuren, die Bausteine der Eiweißstoffe, gebildet werden, oder aber aus den Zuckern und einfachen Stickstoff- und Schwefelsubstanzen, wobei Aminozucker als Zwischenprodukte auftreten. Die Fette werden aus den Kohlenhydraten durch direkte Umwandlung gebildet.

Aus dem chemischen Stoff- und Energiewechsel gewinnt die Pflanze auch rein physikalische Kräfte, wobei Stoffe höherer chemischer Energie in solche mit geringerer übergehen, wie z. B. bei Spaltung der organischen Substanz beim Gärungsprozeß und bei der vitalen Atmung.

5. Vorkommen der Zucker im Pflanzenkörper. Zur Verwertung im Pflanzenkörper müssen die gebildeten Zucker von den Entstehungsorten zu den Verbrauchsorten transportiert werden, wo sie durch Verbrennung als Kohlenstoffenergiematerial zum Lebensbetrieb der Pflanze dienen. Die nicht verbrauchten Stoffe werden den verschiedensten Pflanzenorganen zugeführt und dort als Reservematerial für die Pflanze selbst oder deren Fortpflanzungsorgane abgelagert. Zum Transport und zum Verbrauch als Nährstoffe müssen die höheren unlöslichen Polyosen, vor allem die Stärke, erst mobilisiert werden (Stoffwanderung). Dies geschieht meist durch die Einwirkung von Enzymen. So kann man z. B. bei der Stärke drei Phasen unterscheiden: erstens die Stärke als Assimilationsprodukt, in den Chlorophyllkörnern entstehend, zweitens die Stärke als Reservesubstanz, die nach der Auflösung zum Transport in den Speicherorganen wiedergebildet und abgelagert wird, drittens die transitorische Stärke, die in gelöstem Zustande auf dem Wege zum Verbrauchsort vorübergehend abgeschieden und wieder in Lösung gebracht wird und so von Zelle zu Zelle wandert.

Die als Reservestoffe dienenden Zucker treten bei den höheren Algen meist in den Chloroplasten auf, bei den Moosen und Farnen jedoch in den unterirdischen Organen, und zwar findet sich fast nur Stärke als Reservestoff. Bei den Blütenpflanzen sind in den unterirdischen Speicherorganen, den Wurzeln, Rhizomen, Ausläufern, Knollen und Zwiebeln die verschiedensten Zuckerarten vorhanden. Es finden sich geringe Mengen von Hexosen, Mannit, Rohrzucker, Gentianose, Stachyose, Inulin und am häufigsten Stärke. Die Stärke wird während der Winterruhe durch die niedere Temperatur zuweilen in Rohrzucker übergeführt, wie z: B. bei der Kartoffel. In den Pflanzen mit oberirdischen holzigen Sproßorganen finden sich Zucker als Reservestoffe vielfach in der Rinde, im

Bast- und Holzparenchym gespeichert und zwar vor allem Rohrzucker, Invertzucker, Mannit, Dulcit, Stärke, Inulin, Hemizellulosen u. a. Auch in den Laubknospen werden Reservestoffe während der Winterruhe aufgespeichert, wie z. B. Glukose, Fruktose, Stärke und Hemizellulosen. In den Samen der Blütenpflanzen ist gewöhnlich der in der Samenschale eingeschlossene Embryo von einem Nährgewebe, dem Endosperm umgeben. Ist kein Nährgewebe vorhanden, so sind die Kotyledonen des Keimlings fleischig und enthalten die Nährstoffe. Als solche treten neben geringen Mengen von Hexosen als Zwischenprodukt besonders Rohrzucker und Stärke in großen Mengen sowie Hemizellulosen auf.

Bei Beginn von neuen Vegetationsperioden bzw. bei der Keimung der Samen werden die Reservestoffe wieder mobilisiert, meist unter der Einwirkung von Enzymen, und wandern in die wachsenden Organe, wobei sich die Reservestoffbehälter zum Teil entleeren.

6. Allgemeine Eigenschaften. Die Grundstoffe aller Zuckerarten sind die Monosen. Sie werden als Aldosen bezeichnet, wenn sie Aldehyd-, und als Ketosen, wenn sie Ketoneigenschaften besitzen. Sie sind sämtlich optisch aktiv. Im Pflanzenkörper finden sich nur Pentosen und Hexosen, selten Heptosen.

Die Pentosen, vor allem Arabinose und Xylose, kommen in Form der als Pentosane bezeichneten Polyosen vor und sind hauptsächlich als Gerüstsubstanzen des Pflanzenkörpers wichtig. Die Hexosen sind von überragender Bedeutung für den gesamten Stoffwechsel der Pflanzen sowohl in freiem Zustande, besonders Glukose und Fruktose neben Galaktose und Mannose, wie auch gebunden in den Polyosen. Diese teilt man in einfachere und höhere Polyosen oder Polysaccharide ein.

Bei den einfacheren Polyosen, die noch zu den eigentlichen Zuckern gehören, unterscheidet man zwischen Biosen, Triosen und Tetrosen. Die Biosen sind aus zwei Molekülen Monosen unter Austritt eines Moleküls Wasser aufgebaut, die Triosen aus drei Molekülen Monosen unter Austritt von zwei Molekülen Wasser und die Tetrosen aus vier Molekülen Monosen unter Austritt von drei Molekülen Wasser. Bestehen diese Polyosen aus Hexosen, so werden sie als Hexobiosen, Hexotriosen usw. bezeichnet.

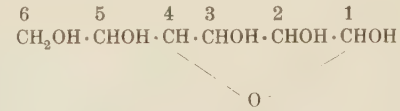
Die höheren Polyosen, die nicht mehr zu den eigentlichen Zuckern zählen, wie Stärke, Inulin und Zellulose, sind als Polymerisationsprodukte von Grundzuckerkomplexen aufzufassen, die meist aus einem oder zwei Molekülen Monosen unter Austritt von einem bzw. zwei Molekülen Wasser entstanden sind.

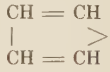
Die wichtigsten Pentosen, die Arabinose und Xylose, besitzen Aldosen-Eigenschaften. Sie haben drei asymmetrische Kohlenstoffatome und sind optisch aktiv. Bei der Oxydation entstehen Säuren, die Pentonsäuren, und bei der Reduktion Alkohole, die Pentite.

Die Hexosen besitzen fünf asymmetrische Kohlenstoffatome, es sind 32 optisch-isomere Verbindungen möglich; man kennt z. B. α- und β-Glukose. Sie geben bei schwacher Oxydation einbasische Säuren, die Hexonsäuren, bei stärkerer Oxydation zweibasische Säuren und bei der Reduktion Alkohole, die Hexite.

Hexite und Pentite sind wichtig, weil sie sich vielfach in den Pflanzen finden.

Die Eigenschaften der Hexosen werden durch folgende Strukturformel veranschaulicht:



Aus dieser Formel geht hervor, daß die Zucker keine eigentliche Aldehydgruppe besitzen, also auch nicht sämtliche Aldehydreaktionen geben können. Man kann sie auch als Hydrofurfuran-Derivate auffassen (Furan: ). Die Hydroxylgruppe am Kohlenstoffatom 1 nimmt eine besondere Stellung ein und wird als aktive Gruppe bezeichnet.

Allgemeine Eigenschaften der Zucker, sowohl der mit Aldosen- wie der mit Ketosen-Eigenschaften sind die folgenden:

a) **Reduktionsvermögen.** Beim Erwärmen mit ammoniakalischer Silberlösung bildet sich ein Silberspiegel; alkalische Kupferlösung wird beim Erwärmen redu-

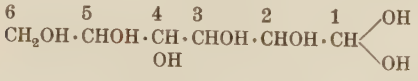
ziert. Diese Reaktion dient auch zum Nachweis.

b) **Verhalten gegen** *α*) Alkalien. Bei der Einwirkung stark verdünnter Alkalien (geringer OH-Konzentration) treten Verschiebungen auf; es bilden sich die Enolformen der Aldosen und Ketosen, so daß Glukose, Fruktose und Mannose ineinander übergehen. Bei Einwirkung stärker konzentrierter Alkalien (höherer OH-Konzentration) treten Verfärbungen auf. Die Zucker werden zunächst gelb, dann braun gefärbt, verharzen und werden schließlich zersetzt.

β) Säuren. Bei der Einwirkung von Mineralsäuren entstehen Furanderivate: bei den Pentosen Furfurol, bei den Methylpentosen Methylfurfurol und bei den Hexosen Oxymethylfurfurol, das leicht in Lävulinsäure gespalten wird.

c) **Bildung von Hydrazonen und Osazonen** bei Einwirkung von aromatischen Hydrazinen, vor allem Phenylhydrazin.

Diese charakteristische Reaktion ist erklärbar durch die Aufnahme eines Moleküls Wasser nach folgender Formel:



In dieser Formel reagiert die Gruppe:

in einzelnen Fällen wie eine wirkliche Aldehydgruppe. So geben die Zucker mit Phenylhydrazin in verdünnt schwefelsaurer oder essigsaurer Lösung unter Erwärmen zunächst Hydrazone, wobei ein Molekül Phenylhydrazin in Reaktion tritt. Diese Verbindungen lassen sich durch Formaldehyd oder Salzsäure wieder spalten, wodurch die unveränderten Zucker in reinem Zustande isoliert werden können.

Bei Behandlung der Zucker mit überschüssigem Phenylhydrazin entstehen die Osazone. Diese stellen gelbe feinkristallinische, in Wasser unlösliche Verbindungen dar, die zur Isolierung oft besser geeignet als die löslichen Hydrazone, jedoch nicht so spezifisch sind wie die letzteren. Aldosen können aus Osazonen nicht wieder gewonnen werden, da bei der Spaltung Hydrazin und Osone entstehen von folgender Formel:

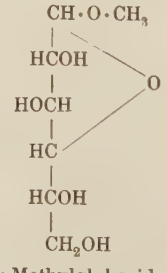
$$CH_2OH\cdot(CHOH)_n\cdot CO\cdot CHO;$$

Glukose, Fruktose, Mannose und Glukosamin geben dasselbe Osazon, wodurch die Anwendung dieser Reaktion eingeschränkt wird.

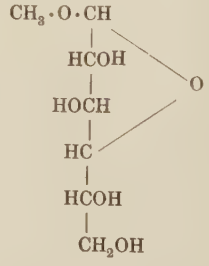
d) **Bildung von Estern.** Die Zucker sind infolge der in ihnen enthaltenen Alkoholgruppen sowohl zur Bildung von Estern wie zur Bildung von Äthern befähigt. Wichtig sind vor allem die Ester der Zucker mit Phosphorsäure, die Nukleinsäuren, die sich besonders in Form der Nukleoproteide in der Zellkernsubstanz finden und aus dieser durch Hydrolyse gewonnen werden können, wobei die Nukleine als Zwischenprodukte entstehen.

e) **Bildung von Glukosiden.** *α*) Bildung von Glukosiden durch Synthese. Die Hexosen vereinigen sich mit Alkohol beim Kochen unter Zusatz von Salzsäure als Katalysator zu Verbindungen, die man als Glukoside bezeichnet, weil sie ebenso wie die natürlich vorkommenden Glukoside eine ätherartige Bindung besitzen. Diese Eigenschaft der Zucker ist dadurch erklärbar, daß sie, wie bereits erwähnt, eigentlich keine freie Aldehydgruppe enthalten, sondern daß die aktive Gruppe in Wirklichkeit eine Alkoholgruppe darstellt.

Die leicht ineinander überführbaren stereomeren Formen der einzelnen Hexosen, wie z. B. *α*- und *β*-Glukose, sind in gebundenem Zustande als Glukoside beständig, so daß man *α*- und *β*-Glukoside darstellen kann. *α*- und *β*-Methylglukosid haben z. B. folgende Formeln:



α-Methylglukosid



β-Methylglukosid

β) Natürlich vorkommende Glukoside. Die in den Pflanzen vorhandenen Glukoside werden durch Einwirkung von Enzymen oder verdünnten Säuren unter Aufnahme von Wasser gespalten und zwar in eine Zuckerart und in eine oder mehrere Verbindungen sehr verschiedener Natur, meist zyklische

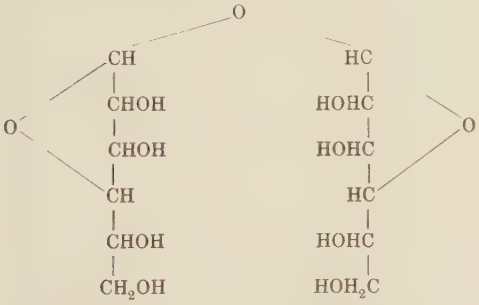
Alkohole bzw. Hydroxylverbindungen. Diese Glukoside bilden die wirksamen Bestandteile vieler medizinisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches. Sie sind ferner wichtig, weil die Blütenfarbstoffe und viele andere Farbstoffe zu ihnen gehören und weil sie die Ausgangsmaterialien für viele wertvolle Riechstoffe sind. (Die in diesem Werk beschriebenen und genannten Glukoside sind im Sachregister zusammengestellt.)

γ) Glukosidbildung der Zucker untereinander. Von besonderer Bedeutung ist die glukosidartige Bindungsform der Zucker in den Polyosen.

Für die einfacheren Polyosen stellt H. Pringsheim (4) zwei typische Bindungsformen auf und zwar erstens den Trehalosetyp, zweitens den Maltosetyp.

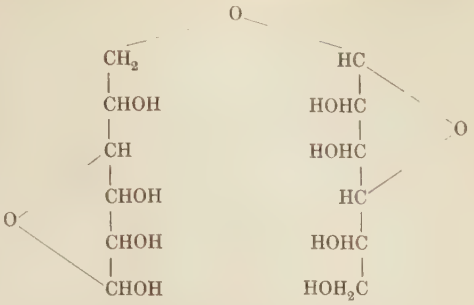
Erstens: Beim Trehalosetyp sind die am Kohlenstoffatom 1 der Monosen befindlichen freien aktiven Gruppen miteinander unter Wasseraustritt zusammengetreten. Daher besitzen diese Zucker keine Monosen-Eigenschaften mehr, wirken also z. B. nicht mehr reduzierend. Strukturisomere Verbindungen sind nicht möglich.

Typische Formel:



Nach diesem Typ sind die Hexobiosen Trehalose und Rohrzucker aufgebaut, ferner die Hexotriosen: Raffinose, Gentianose, Melizitose und Verbascose, sowie die Hexotetrosen: Manneotetrose bzw. Stachyose und Lupeose.

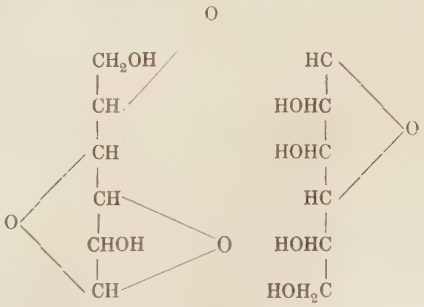
Zweitens: Beim Maltosetyp ist die Vereinigung der beiden Monosen unter Wasseraustritt so erfolgt, daß eine freie aktive Gruppe erhalten geblieben ist. Diese Zucker besitzen noch die Eigenschaften der Monosen, wirken reduzierend, bilden Osazone usw. Bei dieser Bindungsform sind mehrere Strukturisomere möglich. Der Typ wird durch folgende Formel veranschaulicht:



Diesem Typ entsprechen die Hexobiosen: Maltose, Isomaltose, Gentiobiose, Cellobiose, Turanose und Melibiose, sowie die Hexotriosen: Manninotriose und Rhamninotriose.

Bei den höheren Polyosen sind die Monosenreste ebenfalls durch Sauerstoffbrücke miteinander verkettet, doch kann die Bindung auf verschiedene Weise erfolgen (5). Es können zwei Monosen zu einem Grundzuckerkomplex zusammentreten, aus dem die höheren Polyosen durch Polymerisation entstehen. Diese kann erfolgen: erstens, indem von den beiden, den Grundzuckerkomplex bildenden Monosen die eine ein Anhydrid bildet unter Bindung der freien aktiven Gruppe an ein Hydroxyl und die andere sich mit ihrer aktiven Gruppe und einem freien Hydroxyl des Anhydrids glukosidartig zusammenschließt (Anhydrosetyp); zweitens indem aus dem oben beschriebenen Maltosetyp noch ein weiteres Molekül Wasser unter Bindung der noch freien aktiven Gruppe an ein Hydroxyl der anderen Monose austritt (Amylosetyp); drittens kann als Grundstoff der Polyosen schließlich ein Radikal mit labiler Sauerstoffbrücke angenommen werden (H. Pringsheim).

Der erste Typ wird durch folgende Formel dargestellt:



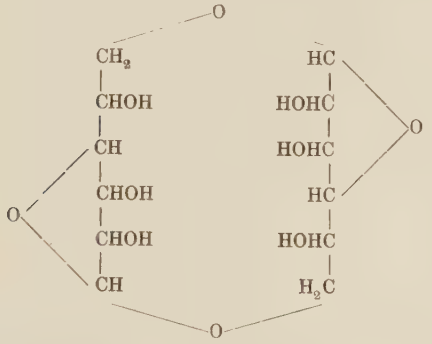
Zu ihm gehören nur synthetisch direkt oder als Zwischenprodukte gewonnene Zuckerarten.

Anhydrozucker bilden den Grundzuckerkomplex der Zellulose. Nach Karrer (6) ist Cellosan, das gleichzeitig als Anhydrid der Maltose und Cellobiose aufgefaßt wird, der Grundzuckerkomplex der Zellulose, während H. Pringsheim als Elementarkörper ein 5—(1,4) Glukosido—5 (1,4) Glukosid und Irvine eine aus drei Glukoseresten gebildete Anhydrotriose als Grundzuckerkomplex annimmt.

Beim Abbau der Zellulose entsteht als einfachste Polyose die Cellobiose, die zum Maltosetyp gehört (analog der Maltose der Stärke).

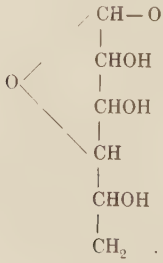
Das Inulin enthält nach H. Pringsheim (7) eine Anhydrotrifruktose als Grundzuckerkomplex.

Der zweite Typ, der Amylosetyp, wird durch folgende Formel wiedergegeben:



Zu ihm gehört die Diamylose, die nach Karrer (8) den Grundzuckerkomplex der Stärke bildet.

Der dritte Typ ist von H. Pringsheim (9) für die Bildung der Stärke aufgestellt worden. Diese erfolgt nach seinen neuesten Arbeiten durch Zusammenschluß von drei Radikalen mit labiler Sauerstoffbrücke, die folgende Struktur besitzen:



Durch Zusammenschluß von zweien dieser Radikale entsteht, wie schon erwähnt, die Inhaltssubstanz der Stärke oder Amylobiose und durch Zusammenschluß dreier Radikale die Hüllsubstanz oder das Amylopektin.

f) **Hydrolyse.** Da die Polyosen, wie eben beschrieben, glukosidartig gebunden sind, also eine Sauerstoffbrücke enthalten, so sind sie durch Einwirkung von Säuren oder Enzymen leicht wieder in die Zucker spaltbar, aus denen sie aufgebaut sind.

g) **Einwirkung von Enzymen.** An dem ganzen Leben der Pflanze und besonders an der Bildung der Zucker sind die Enzyme in hohem Maßstabe beteiligt. Auch der wichtigste Lebensprozeß der Pflanze, die Photosynthese, vollzieht sich vermutlich unter der Einwirkung von Enzymen. Die gebildeten, zum Teil unlöslichen Assimilationsprodukte bzw. Polyosen wie Stärke werden zum Transport zu den Verbrauchsorten ebenfalls durch Enzymwirkung in Lösung übergeführt. Die zur Unterhaltung des Lebensbetriebes nicht mehr notwendigen mobilisierten Stoffe bzw. Polyosen werden durch die Tätigkeit der Enzyme wieder zurückgebildet und in Speicherorganen als Reservestoffe abgelagert. Die Enzyme sind nur bei gewöhnlicher Temperatur wirksam, nicht aber bei höherer oder niederer Temperatur. Jedes Enzym wirkt nur auf eine geringe Anzahl von Stoffen bzw. Zuckerarten ein, besitzt also eine spezifische Wirkung.

h) **Gärungsvermögen.** Von größter Bedeutung ist die Einwirkung der in Mikroorganismen, vor allem in Hefen und Bakterien, enthaltenen Enzyme auf die Zucker, wie sie in den als Gärung bezeichneten Erscheinungen zutage tritt. Als Endprodukte dieses Prozesses treten Kohlendioxyd und Alkohol auf, sowie Essigsäure, Milchsäure und Buttersäure, zuweilen auch Wasserstoff und Methan. Während die Bakterien alle Zuckerarten, auch Pentosen und die höheren Polyosen wie Zellulose angreifen, ist die Wirkung der echten Hefen eine begrenzte. Durch Bakterien werden vor allem die Milchsäure- und die Buttersäuregärung (saure Gärungen) hervorgerufen, während die alkoholische Gärung hauptsächlich durch Hefen erfolgt.

Direkt gärungsfähig durch Hefen sind nur die natürlich vorkommenden Hexosen: d-Glukose, d-Fruktose und d-Mannose; d-Galaktose nur in beschränktem Maße.

Die Polyosen als solche sind nicht vergärbar, können aber von einzelnen Hefen doch in Gärung versetzt werden, wenn diese die spez. Enzyme enthalten, die die Polyosen zunächst durch Hydrolyse in die Monosen zerlegen. Die Monosen werden dann durch andere ebenfalls in den Hefen vorhandene Enzyme in Gärung übergeführt. Es gibt aber auch Brennereihefen, die Zucker ohne vorherige Spaltung vergären, z. B. Maltose [Willstätter (10)].

Die alkoholische Gärung war schon im Altertum bekannt. Sie ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Der Gärungsprozeß vollzieht sich in mehreren Phasen, wobei durch Einwirkung der in der Hefe enthaltenen Zymase labile Zwischenprodukte auftreten.

Die Zymase ist eine lösliche Substanz, die verschiedene Gruppen von Fermenten enthält: erstens ein noch unbekanntes Ferment, durch das der Abbau der Zuckermoleküle erfolgt, zweitens Fermente, die gleichzeitig oxydierend und reduzierend wirken, und drittens ein als Carboxylase bezeichnetes Ferment (s. Enzyme), das aus den durch Oxydation entstandenen Carboxylgruppen Kohlendioxyd abspaltet.

Beim Gärungsprozeß wirkt ferner noch ein sogenanntes Koferment mit, ein bei höherer Temperatur beständiger Körper, der Aldehyd-Eigenschaften besitzt und wahrscheinlich kein eigentliches Ferment ist.

Als erstes Zwischenprodukt der alkoholischen Gärung ist vermutlich die tautomere Form des Brenztraubenaldehyds anzusehen: $CH_2:C(OH)\cdot C\langle{}^{H}_{O}$. Aus dieser entsteht dann durch Umlagerung der Brenztraubenaldehyd selbst und dieser reagiert mit Wasser unter Bildung von Brenztraubensäure ($CH_3\cdot CO\cdot COOH$) und Glyzerin. Aus der Brenztraubensäure wird durch die Einwirkung der Carboxylase Kohlendioxyd abgespalten und Azetaldehyd (CH_3CHO) gebildet, der als Akzeptor bezeichnet wird. Bei normalem Verlauf der Gärung nimmt der Azetaldehyd zwei Atome Wasserstoff auf und es entsteht Alkohol. Wird der Azetaldehyd aber gebunden, so nimmt die Gärung einen anderen Verlauf und das als Nebenprodukt entstehende Glyzerin tritt jetzt als Hauptprodukt auf. Bei Gegenwart von alkalischen Salzen, wie Natriumbikarbonat, werden sowohl Alkohol wie auch Glyzerin und Essigsäure gebildet.

Man kann also drei typische Gärungen unterscheiden (11):

1. die normale, altbekannte Gärung, bei der Alkohol gebildet wird und Kohlendioxyd entweicht;

2. die Gärung bei Gegenwart von Sulfiten oder anderen Bindungsmitteln für den entstandenen Azetaldehyd, auch als Azetaldehyd-Glyzerin-Gärung bezeichnet:

$$\underset{\text{Zucker}}{C_6H_{12}O_6} = \underset{\text{Azetaldehyd}}{CH_3\cdot CHO} + CO_2 + \underset{\text{Glyzerin}}{C_3H_8O_3};$$

3. die Gärung bei Gegenwart alkalischer Salze, wie Natriumbikarbonat, auch Äthylalkohol-Essigsäure-Glyzerin-Gärung genannt:

$$\underset{\text{Zucker}}{2C_6H_{12}O_6} + H_2O = \underset{\text{Essigsäure}}{CH_3\cdot COOH} + \underset{\text{Alkohol}}{C_2H_5OH} + 2\,\underset{\text{Glyzerin.}}{C_3H_8O_3} + 2CO_2$$

Die zweite Gärungsart wurde besonders während des Krieges zur Gewinnung von Glyzerin für die Sprengstoff-Fabrikation angewandt.

i) **Nachweis der Zucker.** Folgende Methoden dienen im allgemeinen (12) zum Nachweis der Zucker:

1. Die Bestimmung des spez. Drehungsvermögens. Im Polarimeter wird der Drehungswinkel der Zucker festgestellt und aus der spez. Drehung der Prozentgehalt der untersuchten Lösung berechnet. Meist werden jedoch geeichte Apparate verwendet, die Sacharimeter, an denen eine Skala angebracht ist, auf der der Prozentgehalt sofort abgelesen werden kann.
2. Die Prüfung auf Gärfähigkeit und Bestimmung des entstandenen Kohlendioxyds sowie die Feststellung der wichtigsten Spaltungsfermente.
3. Die Farbreaktionen. Diese sind zwar für einzelne Zucker charakteristisch, besitzen jedoch keine besondere Bedeutung.

4. Einige Reaktionen, die nur bei Zuckern mit freien aktiven Gruppen, also Monosen und Hexobiosen vom Maltosetyp, anwendbar sind:

a) Die Ausführung der erwähnten Reaktion mit Phenylhydrazin. Die gebildeten Hydrazone bzw. Osazone dienen sowohl zum Nachweis dieser Zucker allgemein wie auch zur Erkennung der einzelnen Zuckerarten.

b) Die Prüfung des Reduktionsvermögens. Am häufigsten wird die Trommersche Zuckerprobe angewandt. Man erwärmt die auf Zucker zu prüfende Lösung mit verdünnter Kupfersulfatlösung unter Zusatz von starker Lauge oder mit Fehlingscher Lösung. Dabei wird durch Zucker die blaue Lösung entfärbt unter Bildung eines gelbroten Niederschlages von Kupferoxydul, Cu_2O.

Diese Reaktion dient, nach Allihn modifiziert, auch zur quantitativen Bestimmung des Zuckers, wobei man Tabellen zu Hilfe nimmt, da das Reduktionsvermögen der einzelnen Zuckerarten verschieden ist. In diesen Tabellen ist für jede Zuckerart die der Anzahl der zur Reduktion verbrauchten Kubikzentimeter Kupferlösung von bestimmtem Gehalt entsprechende Menge Zucker festgelegt.

c) Der Nachweis der Pentosen geschieht ferner durch die sogenannte Furfurolreaktion und ihre quantitative Bestimmung durch Kochen mit Salzsäure und Überführung des gebildeten Furfurols in schwarzgrüne unlösliche Farbstoffe durch Versetzen mit Phlorogluzin und Orzin.

k) **Allgemeine Verwendung der Zucker.** Die größte Bedeutung der aus dem Pflanzenkörper gewonnenen und in den Pflanzenprodukten enthaltenen Zuckerarten liegt in ihrer Verwendung als Nahrungsmittel, da sie die wichtigsten Energiespender des tierischen Körpers sind.

Die Gewinnung der Zucker aus den Pflanzen, vor allem des Rohrzuckers aus Zuckerrohr und Zuckerrübe, hat zur Entwicklung großer Industrien geführt, die jetzt fast über die ganze Erde verbreitet sind. Die Verwendung der Zucker ist eine mannigfache, sie dienen außer zum Süßen der Speisen und Getränke zur Herstellung von Backwaren, Marmelade, Kunsthonig, zur Likörfabrikation, in der Medizin als Süßungsmittel schlecht schmeckender Arzneien usw. Der Malzzucker findet noch besondere Verwendung zur Säuglingsernährung und der Stärkezucker (d-Glukose in unreinem Zustande) als Gärsubstrat, als Zusatz zu obergärigen Bieren und in Form von Zuckercouleur als Zusatz bei Herstellung dunkler Biere.

Die zuckerhaltigen Pflanzenprodukte, wie der von den Bienen in Honig übergeführte Nektar der Blüten, die pathologischen Ausschwitzungen, wie Manna, die zuckerhaltigen Wurzeln und unterirdischen Sproßorgane, besonders aber die Früchte sind nicht nur wichtige, oft unersetzliche Nahrungsmittel, sondern finden auch vielfache Anwendung in der Volksmedizin, besonders als leichte Abführmittel. Sie besitzen häufig, vor allem infolge ihres Gehaltes an Säuren und an eiweißspaltenden Enzymen, eine günstige Einwirkung auf den Magen, den sie in seiner Verdauungstätigkeit unterstützen.

Besonders wichtig sind ferner noch die aus den zuckerhaltigen Pflanzenstoffen durch Gärung entstehenden alkoholischen Getränke, deren Gewinnung schon im Altertum bekannt war. Heute ist ihre Herstellung in fast allen Ländern Mittelpunkt großer Gewerbe, von denen das der Weinbereitung, der Schnaps- bzw. Spiritusbrennerei und der Bierbereitung die wichtigsten sind.

Diese alkoholischen Getränke wirken bei mäßigem Genuß ebenfalls als Energiespender. Sie dienen vor allem als Reizmittel, als Anregungsmittel auf die Magensekretion sowie auf Herz und Muskulatur, sie rufen gute Stimmung hervor und erzeugen bei großer Kälte Wärmegefühl.

B. Übersichten.

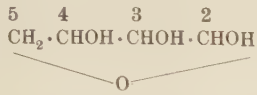
I. Chemischer Überblick über die in den Pflanzen vorkommenden Zucker.

1. Monosen.

a) Pentosen. Während die niederen Monosen, die Diosen, Triosen und Tetrosen bisher in der Natur noch nicht mit

Sicherheit festgestellt sind, finden sich die Pentosen häufig, besonders als Konstituenten sowohl der als Pentosane bezeichneten Polyosen wie auch vieler Glukoside. Sie treten in Blättern, Stengeln, Früchten usw. auf, vor allem in verholzten Zellwänden und sind deshalb meist in holzigen Organen vorhanden.

Sie besitzen die allgemeine Formel $C_5H_{10}O_5$ und die Strukturformel



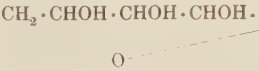
l-Arabinose kommt als Pentosan (Araban) in Gummiarten wie auch in Glukosiden vor. Es bildet Kristalle vom Schmp. 164° und ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +104—105°$.

d-Arabinose findet sich im Glukosid Aloin der Barbados-Aloe.

l-Xylose, Holzzucker, kommt als Pentosan (Xylan) im Holzgummi vor. Sie kristallisiert in Nadeln von süßem Geschmack, besitzt den Schmp. 141—143° und ist linksdrehend. $[\alpha]_D = -19°$.

d-Ribose ist der Zucker, der sich am häufigsten in den Nukleinsäuren gebunden findet. Er kristallisiert in Nadeln vom Schmp. 95° und ist linksdrehend. $[\alpha]_D = -21°$.

Methylpentosen. Die Methylpentosen kommen vielfach gebunden in Glukosiden und in Hemizellulosen vor. Die nur aus Methylpentosen bestehenden Polyosen werden als Methylpentosane bezeichnet. Die Methylpentosen leiten sich von den Pentosen ab, indem in die Endgruppe CHOH statt eines Wasserstoffatomes das Radikal Methyl ($-CH_3$) eintritt:



Allgemeine Formel: $C_6H_{12}O_5$.

Die genannten Pentosen und Methylpentosen besitzen Aldosen-Eigenschaften und sind durch Hefen nicht vergärbar, werden aber durch Bakterien angegriffen (Milchsäure-, Buttersäuregärung usw.).

Zum Nachweis kocht man die Pflanzenteile mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure in einem Kolben mit Kühler, dann entsteht eine flüchtige Verbindung, das Furfurol bzw. Methylfulfurol, das mit dem Destillat übergeht und eine vorgelegte Lösung von salzsaurem Anilin intensiv rot färbt.

l-Rhamnose (Methyl-l-Lyxose), gewonnen aus vielen Glukosiden, vor allem aus denen von *Quercus tinctoria* und *Rhamnus tinctorius*, sowie von *Rh. infectorius*.

d-Isorhamnose (Methyl-l-Xylose), erhalten aus den Glukosiden des Jalappenharzes, besonders der Purginsäure.

Rhodeose (Methyl-l-Arabinose), dargestellt aus Glukosiden der Jalappenwurzel (*Exogonium purga*).

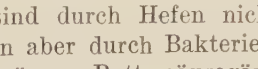
Fucose (Antilogon der Rhodeose), hergestellt aus Seetang (*Fucus*-Arten, s. Schleime).

b) Hexosen. Wie schon erwähnt, sind die Hexosen von außerordentlicher Bedeutung für das gesamte Leben der Pflanzen und zwar besonders d-Glukose und d-Fruktose; weniger wichtig sind die Mannose, Galaktose und Sorbose.

d-Glukose, Traubenzucker (Dextrose) $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ ist das wichtigste Stoffwechselprodukt der Pflanzen und wohl in jedem Zellplasma vorhanden. Sie findet sich aber auch vielfach in freiem Zustande aufgespeichert als Reservestoff, vor allem in den Früchten, aber auch in den Sproßorganen und Samen, sowie in geringen Mengen in den Wurzeln und unterirdischen Sproßorganen. Sie ist ferner der wichtigste Grundstoff der Polyosen und Glukoside.

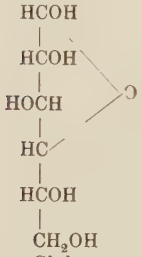
Die natürlich vorkommende Glukose ist rechtsdrehend (d-); die linksdrehende (l-) und die optisch inaktive (d-l) Form sind nur durch Synthese darstellbar.

d-Glukose besitzt Aldoseneigenschaften; sie hat folgende Strukturformel:

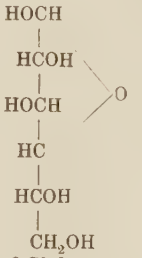


Bei vorsichtiger Oxydation liefert die Glukose zunächst d-Glukonsäure $CH_2OH \cdot (CH\,OH)_4 \cdot CO\,OH$ und bei weiterer Oxydation die zweibasische Zuckersäure $CO\,OH \cdot (CH\,OH)_4 \cdot CO\,OH$. Bei der Reduktion entsteht ein sechswertiger Alkohol, der d-Sorbit. Die Glukose ist das Endprodukt bei der Hydrolyse der Stärke. Ihre Lösungen zeigen Mutarotation. Die

frisch hergestellten wässrigen Lösungen drehen die Polarisationsebene um $[\alpha]_D = +111{,}2°$, nach einigen Stunden jedoch nur noch um $[\alpha]_D = +52{,}5°$. Diese Drehung bleibt konstant, es ist also $[\alpha]_D = +52{,}5°$. Durch Aufkochen der Lösung vollzieht sich dieser Prozeß schneller und durch Zugabe von wenig Alkali tritt er sofort ein. Die Erklärung dafür ist in einer teilweisen Umwandlung der Glukose in die isomeren Modifikationen, α- und β-Glukose, zu suchen, die ein verschiedenes Drehungsvermögen besitzen. Hat sich ein Gleichgewichtszustand zwischen beiden Verbindungsformen eingestellt, so ist die Drehung konstant. α- und β-Glukose haben folgende Strukturformel:



α-Glukose.



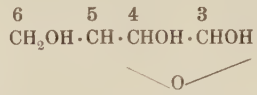
β-Glukose.

Glukose bildet wasserfrei harte Nadeln vom Schmp. 146,5°. Sie ist leicht löslich in Wasser und verdünntem Alkohol und bildet ein schwer lösliches, in gelben Nadeln kristallisierendes Osazon, das d-Glukosazon vom Schmp. 210°.

Zu ihrem Nachweis kann auch das charakteristische schwerlösliche saure Kaliumsalz der Zuckersäure benutzt werden. Dieses scheidet sich ab, wenn die auf Glukose zu prüfende Substanz mit Salpetersäure oxydiert und dann mit einer konzentrierten Lösung von Kaliumazetat versetzt wird.

Wegen ihres süßen Geschmackes findet die Glukose mannigfache praktische Verwendung, z. B. als Sirup zur Likörfabrikation, in Zuckerbäckereien, als Ersatz für Rohrzucker usw.

Fruktose. Die d-Fruktose, der Fruchtzucker (Lävulose), ist ebenso wie die Glukose, aus der sie leicht durch Umlagerung entsteht, stark verbreitet im Pflanzenreich. Sie findet sich als Reservestoff, besonders mit Glukose zusammen, als Invertzucker in Früchten usw. Sie ist ferner das alleinige Spaltprodukt bei der Hydrolyse des Inulins. d-Fruktose ist die wichtigste der selten vorkommenden Monosen mit Ketoneigenschaften und besitzt die Strukturformel:



Sie liefert bei der Oxydation mit Quecksilberoxyd bei Gegenwart von Barythydrat Glykolsäure $CH_2OH \cdot COOH$ und Trioxybuttersäure $CH_2OH \cdot (CHOH)_2 \cdot COOH$.

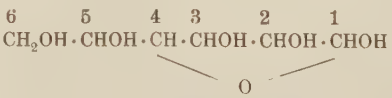
Fruktose kristallisiert sehr schwer, bildet süßschmeckende Krusten vom Schmp. 95—100° und ist linksdrehend, $[\alpha]_D = -93°$. Die optische Aktivität ist stark abhängig von der Temperatur, der Gegenwart von Säuren und anderen Faktoren. d-Fruktose läßt sich leicht in Gärung überführen, ist in Wasser leicht löslich, aber schwerer als Glukose. Ihr Osazon ist identisch mit dem der d-Glukose.

Zum Nachweis dient die Seliwanoffsche Reaktion, die für Ketosen charakteristisch ist: mit Resorcin und Salzsäure bei Gegenwart von d-Fruktose tritt Rotfärbung ein.

Mannose. Die d-Mannose kommt in der Natur selten frei vor, sondern meist gebunden als Polyose in Form der sogenannten Mannane, die zu den Hemizellulosen gehören. Diese dienen der Pflanze in der Regel als Reservestoffe und finden sich häufig in den verdickten Zellwänden der Pflanzenorgane, besonders in den harten Samen, in Früchten, Holzarten und Wurzeln, wie z. B. in den Schalen der Steinnüsse, in den Dattelkernen, im Johannisbrot, den Salepknollen, den Zellmembranen der Hefe usw.

Die d-Mannose ist mit der d-Glukose stereomer und besitzt wie diese Aldosen-eigenschaften.

Strukturformel:



Durch Oxydation entsteht aus der d-Mannose die d-Mannonsäure, die ebenfalls mit der d-Glukonsäure stereomer ist, und bei weiterer Oxydation die Mannozuckersäure. Mannosazon ist mit d-Glukosazon identisch. Bei der Reduktion der Mannose entsteht d-Mannit, ein natürlich vorkommender sechswertiger Alkohol.

Die d-Mannose bildet eine hygroskopische Masse, in reinem Zustande mikroskopische Nädelchen vom Schmp. 132°. Sie ist in Wasser sehr leicht löslich, weniger in Alkohol, und in Äther unlöslich. Sie geht leicht in Gärung über.

Die frischbereitete Lösung der d-Mannose ist zunächst linksdrehend $[\alpha]_D = -17°$, ändert jedoch allmählich ihr Drehungsvermögen und nimmt erst nach einiger Zeit einen konstanten Wert an. Sie ist dann rechtsdrehend. $[\alpha]_D = +14{,}6°$.

Zum Nachweis dient das charakteristische, schwerlösliche Hydrazon, das auch bei Gegenwart anderer Hydrazone abgeschieden werden kann. Es kristallisiert in farblosen Kristallen vom Schmp. 195 bis 200°.

Galaktose. Die d-Galaktose ist in freiem Zustande in den Pflanzen noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Sie ist Konstituent vieler Glukoside, wie Digitonin, Solanin u. a., ferner der Raffinose, Stachyose und höherer Polyosen, vor allem der als Galaktane bezeichneten Hemizellulosen. Diese finden sich im Nährgewebe der Samen, in Gummiarten, Flechten usw. Wichtig ist die Entstehung der Galaktose bei der Hydrolyse des Milchzuckers.

Die d-Galaktose besitzt Aldoseneigenschaften; sie liefert bei der Oxydation die einbasische d-Galaktonsäure

$$CH_2OH \cdot (CHOH)_4COOH$$

und bei weiterer Oxydation die zweibasische Schleimsäure $COOH \cdot [CHOH]_4 \cdot COOH$. Bei der Reduktion entsteht der natürlich vorkommende sechswertige Alkohol Dulcit.

Die in charakteristischen sechseckigen Sternchen kristallisierende d-Galaktose schmilzt bei 168° und schmeckt süß. Sie ist schwerer löslich in Wasser als die anderen Hexosen, in Alkohol jedoch verhältnismäßig leicht löslich. Sie läßt sich schwer in Gärung überführen, durch einige Hefenarten überhaupt nicht. d-Galaktose ist stark rechtsdrehend $[\alpha]_D = +80{,}5°$ und zeigt Mutarotation. Das Galaktosazon unterscheidet sich vom Glukosazon, es bildet derbe, gelbe Nadeln vom Schmp. 196° und besitzt kein feststellbares Drehungsvermögen.

Zum Nachweis dient das charakteristische Methylphenylhydrazon und das Phenylosazon vom Schmp. 196°.

Ferner kann auch die in Wasser schwerlösliche Schleimsäure zum Nachweis verwendet werden. Sie ist optisch inaktiv, nicht spaltbar, schmilzt bei 225° und entsteht bei der Oxydation der zu untersuchenden Substanz mit Salpetersäure.

Sorbose. Die d-Sorbose ist die einzige Monose mit Ketoneigenschaften, die bisher außer der d-Fruktose in den Pflanzen gefunden worden ist. Sie entsteht leicht aus dem in der Natur vorkommenden sechswertigen Alkoholsorbit durch biologische Oxydation des *Bacterium xylinum*, so vor allem im Saft der Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*) nach längerem Stehenlassen.

Die l-Sorbose (d-Sorbose nach E. Fischer) ist nicht gärungsfähig und stark linksdrehend $[\alpha]_D = -43°$; d-Sorbose (l-Sorbose nach E. Fischer) $[\alpha]_D = +43°$.

Allgemeine Reaktionen der Hexosen. Die Hexosen lassen sich allgemein durch die Bildung von Lävulinsäure beim Kochen mit konzentrierter Salzsäure nachweisen, wobei außerdem als »Huminstoffe« bezeichnete, braune amorphe Massen entstehen.

c) Heptosen. Von den in den Pflanzen vorkommenden Heptosen sind nur erwähnenswert die Mannoheptose in *Persea gratissima* (Advocadobirne) und die Sedoheptose in *Sedum spectabile*.

2. Zuckeralkohole.

Die Alkohole, die zu den eben beschriebenen Monosen gehören, sind in den Pflanzen ebenfalls zum Teil weit verbreitet wie der Mannit, der an Bedeutung in physiologischer Hinsicht fast den Hexosen entspricht. Diese Zuckeralkohole sind gut kristallisierende, in Wasser lösliche Körper, die durch Hefen nicht vergärbar sind, wohl aber durch Bakterien und Schimmelpilze angegriffen und in Gärung übergeführt werden.

a) Tetrite. d—l-Erythrit, $CH_2OH \cdot (CHOH)_2 \cdot CH_2OH$, kommt in Algen und Flechten, gebunden an Orsellinsäure, vor. Die Kristalle schmecken süß und besitzen den Schmp. 72°; i-Erythrit Schmp. 120°. Die Eigenschaften dieses Alkohols sind

denen der Zucker sehr ähnlich, er ist optisch inaktiv.

b) Pentite. l-Adonit, $CH_2OH \cdot (CHOH)_3 \cdot CH_2OH$, findet sich in *Adonis vernalis,* dem Frühlingsadonisröschen. Seine Kristalle haben den Schmp. 102°, er ist optisch inaktiv.

c) Hexite. Von den stereoisomeren Hexiten, $CH_2OH \cdot (CHOH)_4 \cdot CH_2OH$, bilden drei, Mannit, Sorbit und Dulcit wichtige Stoffwechselprodukte. Sie finden sich auch als Reservestoffe aufgespeichert in den Pflanzen.

d-Mannit, Mannazucker, gehört zur d-Mannose, entsteht aber auch aus der d-Fruktose bei der Reduktion. Er findet sich weit verbreitet sowohl in höheren wie niederen Pflanzen, vor allem im Saft der Mannaesche, *Fraxinus Ornus,* im Kambialsaft der Fichte, in der australischen Manna usw., sowie auch bei Algen und Pilzen.

Bei der Milchsäure und Schleimsäuregärung, z. B. beim Sauerkraut, entsteht er aus Glukose oder auch aus anderen Hexosen und tritt ferner bei fehlerhafter Gärung des Weines, bei der sogenannten Mannitgärung, auf.

Mannit schmeckt süß und kristallisiert in feinen glänzenden Nadeln vom Schmp. 166°. Bei Zusatz von Borsäure und einigen Salzen dreht er die Polarisationsebene rechts $[\alpha]_D =$ bis $+ 43°$.

d-Sorbit, zur d-Glukose gehörig, entsteht auch neben d-Mannit aus der d-Fruktose. Er kommt besonders in den Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*) in größerer Menge vor. Durch Einwirkung des *Bacterium xylinum* entsteht aus ihm die d-Sorbose. Er ist ferner häufig in den Früchten der zur Familie der Rosaceae gehörenden Pflanzen gefunden worden, wie z. B. in Birnen, Äpfeln, Mispeln, Kirschlorbeerfrüchten u. a. und auch auf vertrockneten Pilzen (*Boletus cervinus*).

d-Sorbit ist optisch inaktiv, aus Alkohol auskristallisiert $[\alpha]^{20}_D = -2{,}01°$. Er kristallisiert mit $^1/_2$ oder 1 Molekül Wasser und schmilzt bei 75°, verliert aber erst später das Kristallwasser.

Dulcit ist der zur Galaktose gehörige Alkohol. Er wurde zuerst in der Dulcit-Manna (2) (Madagaskar) gefunden und ist identisch mit dem aus *Melampyrum nemorosum* (Hain-Wachtelweizen) gewonnenen *Melampyrit* und dem aus *Evonymus europaea* (Gemeiner Spindelbaum) dargestellten *Evonymit.* Dulcit findet sich ferner in verschiedenen Pflanzen der Familie Scrophulariaceae und bei *Jasminum.*

Er ist optisch inaktiv und bildet Prismen vom Schmp. 188°.

d) Heptite. Perseit findet sich vor allem in der Advocadobirne, *Persea gratissima,* an Stelle von Zucker.

Er bildet feine Nadeln vom Schmp. 188° und dreht in Boraxlösung schwach rechts $[\alpha]_D = + 4{,}8°$. Er ist identisch mit dem bei der Reduktion der Mannoheptose erhaltenen Heptit.

Sedoheptit oder Volemit findet sich in *Sedum*-Arten sowie im Pilz *Lactarius volemus* und in den Wurzeln einiger *Primula*-Arten.

Er bildet feine weiße, mannitähnliche Nadeln vom Schmp. 149—151° und ist schwach rechtsdrehend $[\alpha]_D = + 1{,}99°$. Bei der Oxydation entsteht Volemose, deren Konfiguration noch nicht aufgeklärt ist.

3. Cyclite.

Die eben beschriebenen Zuckeralkohole, besonders die Hexite, haben mit einer Reihe von Verbindungen mit geschlossener Kohlenstoffkette, die sich ebenfalls häufig in den Pflanzen finden, viele Eigenschaften gemeinsam. Diese Verbindungen werden als Cyclite, Cyclohexite und Cyclosen bezeichnet.

Die Cyclite sind die Hydroxylderivate des Cyclohexans und als hydroaromatische Alkohole aufzufassen. Sie sind ein- bis sechswertig und besitzen keinerlei Monoseneigenschaften, wirken also nicht reduzierend, werden durch Alkalien kaum angegriffen und bilden keine Osazone. Sie sind jedoch zum großen Teil optisch aktiv.

a) Fünfwertige Cyclite $C_6H_7(OH)_5$. d-Quercit, Eichelzucker, findet sich in den Eichen, vor allem in den Früchten (Eicheln), aber auch in der Rinde und im Holz als Spaltprodukt der Eichengerbsäure, ferner in *Euginia Jambolana,* einer Jambuse, und in den Blättern von *Chamaerops humilis,* der echten Zwergpalme.

Er bildet farblose monokline Prismen vom Schmp. 234° und schmeckt süß.

Quercit ist leichtlöslich in Wasser, weniger in Alkohol und unlöslich in allen anderen Lösungsmitteln. Er ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +23{,}9—24{,}27°$. Durch Hefen ist er nicht vergärbar, geht aber durch die Einwirkung von Bakterien in saure Gärung, besonders Buttersäuregärung über.

l-Quercit kommt in den Blättern von *Asclepias geminata* (*Gymnema silvestre*), einer ostindischen Seidenpflanze, vor.

Er ist linksdrehend $[\alpha]_D = +73{,}9°$, ist aber nicht das Antilogon des d-Quercits. Er kristallisiert mit 1 Molekül Wasser, aus Alkohol wasserfrei mit dem Schmp. 174°.

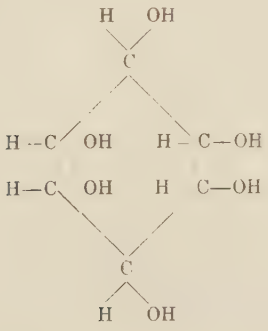
Polygalit findet sich in *Polygala amara*, der bitteren Kreuzblume.

Er ist dem Quercit isomer, besitzt den Schmp. 138° und wirkt reduzierend, wahrscheinlich infolge einer Aldehydgruppe.

b) Sechswertige Cyclite $C_6H_6(OH)_6$, in der Bruttoformel $C_6H_{12}O_6$ den Hexosen gleich.

Inosit. Von den vier bekannten Modifikationen des Inosits findet sich in der Natur nur der optisch inaktive (d—l)-Inosit, der gewöhnliche Inosit, auch als Phaseomannit oder Nucit bezeichnet. Er kommt häufig in freiem Zustande in den Blättern, Wurzeln, Knollen und Samen der Pflanzen als Begleiter der Monosen vor, besonders in grünen Schnittbohnen, Erbsen, Nußblättern und Pilzen, auch gebunden als Kalzium-Magnesiumsalz der Inosit-Phosphorsäure oder Phytinsäure, dem Phytin in Edelkastanienblättern. Das Phytin wird jetzt als Arzneimittel aus den Knollen von *Dahlia variabilis* (Georgine) fabrikmäßig hergestellt.

Der Inosit ist als Additionsprodukt des Benzols aufzufassen und besitzt folgende Struktur:



Er kristallisiert mit zwei Molekülen Wasser in großen monoklinen Kristallen, die an der Luft verwittern, hat den Schmp. 218° und besitzt einen süßen Geschmack. Aus Essigsäure und oberhalb 50° kristallisiert er wasserfrei in Nadeln. Durch Hefen wird er nicht in Gärung übergeführt, wohl aber durch Bakterien in saure Gärung versetzt.

Die aus dem Kautschuksaft gewonnene Dambose ist identisch mit dem (d—l)-Inosit.

Methyl-(d—l)-Inosit, $C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$, Bornesit, findet sich im Kautschuk von Borneo.

Er ist isomer mit Pinit und bildet in Wasser leichtlösliche Prismen vom Schmp. 199—203°. Er ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +31—32°$ und wird durch Hefe nicht in Gärung versetzt.

Scyllit, auch als Cocosit oder Quercinit bezeichnet, findet sich als Begleitstoff des Quercits sowie in den Blättern und dem Milchsaft der Kokospalme (*Cocos nucifera*).

Er wird als zweiter inaktiver Inosit aufgefaßt und bildet kristallwasserhaltige Prismen, die leicht verwittern. Schmp. (wasserfrei) 245°.

Dimethyl-(d-l)-Inosit, $C_6H_{10}O_6 \cdot (CH_3)_2$, Dambonit, kommt im Kautschuk von Gabun vor.

Er kristallisiert in Nadeln von sehr süßem Geschmack, vom Schmp. 195°, ist optisch inaktiv und nicht vergärbar.

d-Inosit-Methyläther $C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$, wird je nach seiner Gewinnungsweise als Pinit, Matezit und Sennit bezeichnet.

Er befindet sich im Harze der Zuckerkiefer (*Pinus Lambertiana*), in den Sennesblättern (*Cassia angustifolia*) und im Lianenkautschuk.

Seine Kristalle schmecken sehr süß. Der Schmelzpunkt wird je nach dem Ausgangsmaterial für die Herstellung verschieden angegeben, ebenso wie das Drehungsvermögen. Schmp. 181—187° und $[\alpha]_D = +64{,}7—66°$.

(d-l)-Inosit-Methyläther $C_6H_{11}O_6 \cdot CH_3$, Quebrachit, findet sich in der Quebrachorinde (*Aspidospermum quebracho*) sowie im Milchsaft von *Hevea brasiliensis* (Gummibaum) und in den

Blättern von *Grevillea robusta*, der australischen Seideneiche.

Er bildet in Wasser und Alkohol leicht lösliche, sehr süß schmeckende Kristalle vom Schmp. 186—187°, ist linksdrehend $[\alpha]_D = -80°$ und nicht vergärbar.

Zum Nachweis des Inosits und der Methylinosite dampft man die Substanz mit etwas Salpetersäure auf dem Wasserbade zur Trockene, fügt wenig Ammoniak und Chlorkalziumlösung hinzu. Man erhält dann bei nochmaligem Eindampfen eine kirschrot gefärbte Masse (Maquenne).

4. Polyosen oder Polysaccharide.

Die Polyosen werden, wie erwähnt, meist eingeteilt in die einfacheren und die höheren Polyosen.

a) Einfachere Polyosen. Diese spielen ebenso wie die Hexosen im Kohlenhydratstoffwechsel, vor allem zu Beginn neuer Vegetationsperioden eine wichtige Rolle. Sie finden sich ebenfalls in den reifen Früchten und sind als Reservestoffe, z. B. in Wurzeln und Sproßorganen, von großer Bedeutung.

Je nach der Anzahl der in ihnen enthaltenen Monosenreste unterscheidet man: Hexobiosen, Hexotriosen und Hexotetrosen.

α) Hexobiosen. Diese finden sich sowohl im freien Zustande, wie auch gebunden in den höheren Polyosen, z. B. in Stärke und Zellulose.

Man kann sie je nach ihrer Zusammensetzung einteilen in:

aa) Biosen, die aus einer Hexose und einer Pentose aufgebaut sind. Diese kommen nur vereinzelt vor.

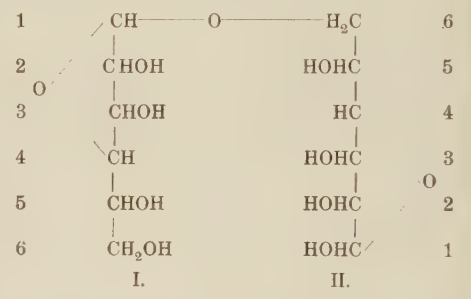
Vicianose (13) ist aus d-Glukose und l-Arabinose zusammengesetzt. Sie wurde bei der Hydrolyse des in den Samen der Wicke (*Vicia angustifolia*) vorkommenden Glukosids Vicianin neben Blausäure und Benzaldehyd erhalten.

Aus dem Glukosid Apiin der Petersilie (*Tetroselinum sativum*) wurde durch Säurehydrolyse eine Biose gewonnen, die in Glukose und Apiose, eine Pentose mit verzweigter Kohlenstoffkette spaltbar war.

bb) Biosen, die aus zwei Molekülen d-Glukose bestehen.

Maltose, Malzzucker, ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) findet sich vielleicht in freiem Zustande weit verbreitet in den Pflanzen, wenn auch nur in geringen Mengen (wässriger Hefeauszug, Mycelpilze); wichtig ist sie vor allem als Abbauprodukt der Stärke und der Leberstärke, des Glykogens. Sie stellt die einfachste Polyose dar, die aus diesen Körpern gewonnen werden kann.

Die Strukturformel, die nach H. Pringsheim als Maltosetyp bezeichnet wird, ist folgende:



Mit dieser Strukturformel, deren Bindungsform auch als Monokarbonyl-Bindung bezeichnet wird, steht die Tatsache in vollem Einklang, daß Maltose das α-Glukosid der β-Glukose oder α — (1,4)-Glukosido-β-(1,4)-Glukose ist. Da sie die aktive Gruppe der β-Glukose (Formel II_1) enthält, so besitzt sie noch die Eigenschaften der Monosen, sie reduziert alkalische Kupferlösung, gärt leicht, bildet mit zwei Molekülen Phenylhydrazin ein Osazon (Phenylmaltosazon) vom Schmp. 206° und läßt sich leicht zu einer einbasischen Säure, der Maltobiomsäure $C_{12}H_{22}O_{12}$, oxydieren. Diese geht bei der Hydrolyse in d-Glukonsäure, $CH_2OH \cdot (CHOH)_4 \cdot COOH$ über.

Die Maltose kristallisiert in weißen Nadeln und ist stark rechtsdrehend $[\alpha]_D = +137°$. Sie wird durch das spez. Ferment Maltase gespalten.

Isomaltose ist die älteste künstlich von E. Fischer hergestellte Biose und als β-Glukosido-glukose anzusehen; sie ist wahrscheinlich ebenfalls ein Abbauprodukt der Stärke. Ihre Strukturformel entspricht dem Maltosetyp.

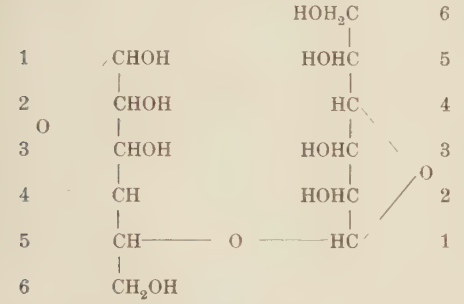
Amylobiose wurde von H. Pringsheim (14) (1924) aus der Inhaltssubstanz der Stärke, der Amylose, durch Salzsäureabbau gewonnen. Sie ist identisch mit dem sogenannten Isolichenin, der Flechtenstärke, die ein steter Begleiter

des Lichenins, der Flechtenzellulose, ist (*Cetraria islandica*, isländisches Moos).

Ihre Strukturformel entspricht dem Amylosetyp. Die Amylobiose wird als (1,4)-Glukosido-4-(1,6)-Glukose aufgefaßt; sie kristallisiert in Prismen und läßt sich durch Amylasen quantitativ in Maltose überführen. (Siehe unter Stärke.)

Cellobiose ist wichtig als Abbauprodukt der Zellulose und stellt die einfachste aus ihr gewonnene Polyose dar. Daraus geht hervor, daß Stärke und Zellulose chemisch und physiologisch grundverschiedene Substanzen sind, also Zellulose kein höheres Polymerisationsprodukt der Stärke ist.

Cellobiose hat folgende Strukturformel (Maltosetyp):



Sie ist demnach als β-(1,4)-Glukosido-5-(1,4)-Glukose aufzufassen.

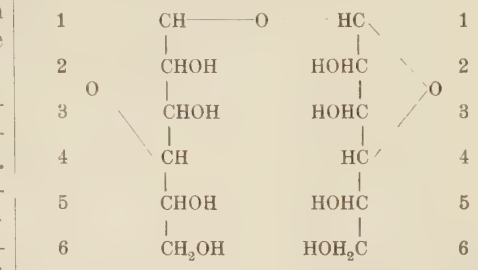
Cellobiose schmeckt nicht süß, wirkt reduzierend, ist aber nicht gärfähig. Sie wird durch die Einwirkung eines im Emulsin enthaltenen Enzyms aus zwei Molekülen Glukose aufgebaut und durch Cellobiase, ein spez. β-Ferment, das sich in Samen und Pilzen findet, wieder in zwei Moleküle Glukose gespalten. Sie zersetzt sich oberhalb 200° und ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +34{,}6°$.

Gentiobiose wurde aus Gentianose, einer Hexotriose, durch teilweise Hydrolyse mit Invertin oder verdünnter Schwefelsäure neben d-Fruktose erhalten.

Sie ist als β-Glukosido-glukose anzusehen. Durch Einwirkung von Fermenten (Emulsin) wird sie sowohl gespalten wie auch aufgebaut. Sie schmeckt bitter und geht nicht in Gärung über.

Trehalose kommt besonders reichlich in der Trehala-Manna vor, ist aber auch bei den Pilzen weit verbreitet und wird deshalb auch als Mykose bezeichnet. Sie findet sich ferner in den Ausschwitzungen der Binsen (*Carex brunescens*) u. a.

Die Trehalose hat folgende Strukturformel (Trehalosetyp):



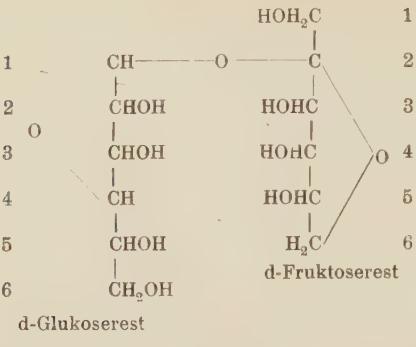
Sie wird als α-l-(1,4)-Glukosido-α-l-(1,4)-glukosid aufgefaßt. Da die beiden Monosenreste unter sich glukosidisch gebunden sind, also keine freie aktive Gruppe mehr vorhanden ist, besitzt diese Biose keine Monoseneigenschaften, wirkt nicht reduzierend, ist nicht oxydierbar zu Bionsäure und bildet kein Osazon. Durch Fermente (Trehalase), die sich im grünen Malz und in vielen Myzelpilzen finden, wird sie gespalten, ist aber nur in wenigen Fällen gärungsfähig und durch verdünnte Säuren nur schwer hydrolysierbar.

Die Trehalose bildet schöne, große Kristalle, die zwei Moleküle Kristallwasser enthalten, schmilzt bei 97,5° und verliert bei etwa 130° das Kristallwasser. Sie ist stark rechtsdrehend $[\alpha]_D$ des Hydrats $= +178{,}3°$, des Anhydrids $= +197{,}1°$.

cc) Biosen, die aus je einem Molekül d-Glukose und d-Fruktose zusammengesetzt sind:

Rohrzucker, Saccharose, findet sich in fast allen Pflanzen als Zwischenprodukt des Stoffwechsels, zum Teil wird er auch in den Assimilationsorganen gebildet, wie z. B. in den Blättern des Zuckerrohrs. Er kommt ferner fast stets in größerer oder geringerer Menge mit Stärke zusammen vor oder auch mit seinen Konstituenten d-Glukose und d-Fruktose zusammen wie z. B. in den Früchten. Die große wirtschaftliche Bedeutung liegt aber in seinem Auftreten als Reservestoff, vor allem in den Stengeln des Zuckerrohrs (*Saccharum officinarum*) und in den Wurzeln der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* var.).

Der Rohrzucker besitzt die Strukturformel (Trehalosetyp):



Das Brückensauerstoffatom des Fruktoserestes befindet sich hier also an den Kohlenstoffatomen 2 und 6, nach H. Pringsheim zwischen den Kohlenstoffatomen 2 und 3 (8-Fruktose) (15), während es bei der freien Fruktose an die Kohlenstoffatome 2 und 5 gebunden ist. Die Bindungsform der Fruktose findet sich auch beim Inulin.

Der Rohrzucker ist demnach als α-l-(1,4)-Glukosido-α-2-(2,6) bzw. (2,3) -Fruktosid aufzufassen, wobei jedoch nicht erwiesen ist, ob Glukose und Fruktose wirklich in Form der α-Verbindungen vorhanden sind. Die Bindungsart der Glukose und Fruktose untereinander wird auch Dikarbonylbindung genannt.

Da keine freien aktiven Gruppen mehr vorhanden sind, besitzt der Rohrzucker keine Monoseneigenschaften, wirkt also nicht reduzierend, wird durch Alkali nicht braun gefärbt und bildet kein Osazon.

Die farblosen monoklinen Kristalle des Rohrzuckers besitzen den Schmp. 160 bis 165°. Der geschmolzene Zucker erstarrt beim Erkalten zu einer amorphen, glasigen Masse, nimmt aber nach einiger Zeit wieder kristallinische Struktur an. Er ist leicht löslich in Wasser, schwerer in Alkohol. Bei stärkerem Erhitzen bildet sich Karamel, eine braune Masse, die aus verschiedenen Zersetzungsprodukten besteht. Durch Hefen wird der Rohrzucker in Gärung übergeführt. Bei Einwirkung verdünnter Säuren oder von Invertase, einem spezif. Ferment, wird der Rohrzucker sehr schnell hydrolysiert, etwa tausendmal so schnell wie die Maltose. Dies wird darauf zurückgeführt, daß der unbeständige Sauerstoffring der gebundenen Fruktose in den beständigen furoiden Sauerstoffring der freien beständigen d-Fruktose übergeht.

Der Rohrzucker ist zunächst rechtsdrehend, wird aber nach der Hydrolyse linksdrehend (Inversion). Sein spez. Drehungsvermögen ist $[\alpha]_D = +66{,}5°$. Es wird zur Bestimmung des Rohrzuckergehaltes von Lösungen benutzt, da es von der Temperatur nur wenig abhängig und praktisch der Konzentration der Lösung proportional ist. Sind jedoch noch andere optisch aktive Substanzen in der Lösung vorhanden, wie z. B. Eiweißstoffe oder Farbstoffe, so werden diese am besten durch Fällung mit Bleiessig zuvor entfernt. Man kann auch den Rohrzuckergehalt neben anderen in der Lösung vorhandenen Zuckern durch Beobachtung des Drehungswinkels vor und nach der Inversion des Zuckers mit verdünnten Säuren bestimmen und rechnerisch aus der Differenz gegenüber einer Rohrzuckerlösung von bekanntem Gehalt ermitteln.

Der Rohrzucker bildet Verbindungen mit Basen, die als Saccharate bezeichnet werden. Beim Kochen der in Wasser leicht löslichen Kalziumverbindungen $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 2\,H_2O$ und $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2\,CaO$ scheidet sich das schwerlösliche Trikalziumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3\,CaO \cdot 3\,H_2O$ ab.

Turanose ist ein Spaltprodukt der Hexotriose Melicitose. Sie ist eine weiße amorphe Masse, wirkt reduzierend, geht nicht oder nur sehr schwer in Gärung über und ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +71{,}8°$.

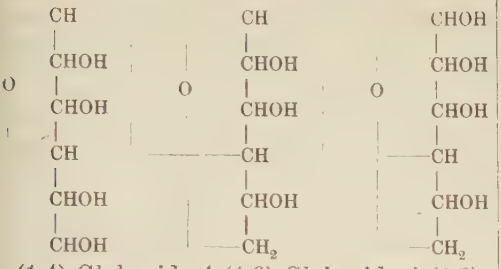
Ihrer Struktur nach gehört sie zum Maltosetyp.

dd) Biosen, die aus Glukose und Galaktose zusammengesetzt sind:

Melibiose entsteht bei vorsichtiger Hydrolyse der Raffinose neben d-Fruktose. Sie enthält eine freie Karbonylgruppe, gehört ebenfalls zum Maltosetyp und ist charakterisiert als β-(1,4)-Galaktosido-6-(1,4)-glukose.

β) Hexotriosen. Amylotriose wurde von H. Pringsheim (1924) (16) aus der Hüllsubstanz der Stärke (der Amylozellulose oder dem Amylopektin) durch Salzsäureabbau gewonnen und gleichzeitig als Abbauprodukt des Glykogens, der Leberstärke, die sich im Pflanzenreich vor allem bei den Pilzen (Hefen) findet, identifiziert.

Sie hat folgende Strukturformel:



(1,4)-Glukosido-4-(1,6)-Glukosido-4-(1,6)-Glukose.

Die Amylotriose kristallisiert in Prismen und läßt sich durch die als Amylasen bezeichneten Fermente quantitativ in Maltose überführen. (Siehe unter Stärke.)

Raffinose auch als Melitose, Melitriose, Gossypose bezeichnet, findet sich in der Rübenmelasse, in der Eucalyptus-Manna und ist auch sonst im Pflanzenreiche weit verbreitet.

Die Raffinose ist aus d-Glukose, d-Fruktose und d-Galaktose aufgebaut. Sie gehört zum Trehalosetyp und wird bezeichnet als β-l-(1,4)-Galaktosido-α-l-(1,4)-glukosido-α-2-(2,6)-(bzw. (2,3)-fruktosid. Da die Raffinose keine freie aktive Gruppe mehr enthält, zeigt sie keine Zuckerreaktion mehr, wirkt nicht reduzierend usw.

Bei vorsichtiger Hydrolyse oder bei Einwirkung des Enzyms Raffinase der Hefe wird der Zucker zunächst in eine Biose, die Melibiose, und in d-Fruktose gespalten. Die Melibiose zerfällt dann bei weiterer Hydrolyse in d-Glukose und d-Galaktose. Durch Einwirkung des Enzyms Emulsin auf Raffinose tritt jedoch Spaltung in d-Galaktose und in Rohrzucker ein.

Die Raffinose kristallisiert mit fünf Molekülen Kristallwasser in dünnen Prismen. Sie ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +104°$.

Zum Nachweis kann ihr charakteristisches Verhalten gegen Ober- und Untergärhefe dienen. Die Obergärhefe vergärt die Fruktose und spaltet die Melibiose ab, durch Untergärhefe tritt dagegen völlige Spaltung und Vergärung ein.

Bei vorsichtiger Oxydation mit Salpetersäure entsteht Schleimsäure und Zuckersäure und beim Erhitzen mit Schwefelsäure Lävulinsäure.

Die quantitative Bestimmung neben Rohrzucker erfolgt durch Beobachtung des Drehungsvermögens vor und nach der Inversion unter Anwendung der Crydt-Herzfeldschen Formel.

Rhamninotriose, auch als Rhamniose bezeichnet, entsteht neben Rhamnetin bei der Spaltung des Glukosids Xanthorhamnin, das in den Gelbbeeren von *Rhamnus tinctorius* und *Rh. infectorius* vorkommt.

Bei der Hydrolyse mit verdünnten Säuren oder bei der Einwirkung des Enzyms Rhamninase zerfällt sie in ein Molekül Galaktose und zwei Moleküle der Methylpentose Rhamnose. Sie gehört ihrer Struktur nach zum Maltosetyp, wirkt reduzierend (gibt aber kein Osazon) und wird durch Oxydation mit Brom in Rhamnotrionsäure übergeführt, die bei der Hydrolyse in Galaktonsäure und zwei Moleküle Rhamnose zerfällt. Durch Hefen ist sie nicht vergärbar. Sie ist linksdrehend $[\alpha]_D = -41°$.

Gentianose kommt in den Enzianwurzeln (*Gentiana lutea*) vor und besteht aus einem Molekül d-Fruktose und zwei Molekülen d-Glukose.

Ihrer Struktur nach gehört sie zum Trehalosetyp; sie wird als β-Glukosido-glukosido-fruktosid aufgefaßt, wirkt also nicht direkt reduzierend.

Bei der Hydrolyse mit schwachen Säuren zerfällt sie zunächst in Gentiobiose und d-Fruktose. Die Gentiobiose wird dann weiter in zwei Moleküle d-Glukose gespalten. Durch Hefen wird die Gentianose gespalten und in Gärung versetzt. Sie kristallisiert in Täfelchen vom Schmp. 210° und ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +33°$.

Melicitose findet sich in der Lärchen-Manna, der Alhagi-Manna und im Honigtau der Linde.

Sie ist aus zwei Molekülen d-Glukose und einem Molekül d--Fruktose zusammengesetzt und entspricht ihrer Struktur nach dem Trehalosetyp.

Bei schwacher Hydrolyse wird sie zunächst in d-Glukose und Turanose gespalten. Die Turanose zerfällt dann bei weiterer Hydrolyse in d-Glukose und d-Fruktose.

Die Melicitose bildet monokline Kristalle, wirkt nicht direkt reduzierend und soll nicht gärungsfähig sein. Sie ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +94°$.

Verbascose (17) wurde aus der Wurzel des großblumigen Wollkrautes,

Verbascum thapsiforme, gewonnen und zerfällt bei der Hydrolyse in d-Glukose + d-Galaktose + d-Fruktose (Trehalosetyp).

Die Verbascose kristallisiert in kugeligen Nadelbüscheln und wirkt nicht reduzierend.

Manninotriose findet sich neben Manneotetrose und Mannit in der Eschen-Manna (*Fraxinus Ornus*). Sie wird bei der Hydrolyse in ein Molekül d-Glukose und zwei Moleküle d-Galaktose gespalten. Ihrer Struktur nach gehört sie zum Maltosetyp, sie wirkt reduzierend und wird durch Hefen langsam angegriffen. Durch Bromwasser wird sie zur Manninotrionsäure oxydiert, die in Glukonsäuren und Galaktose spaltbar ist. Sie ist rechtsdrehend $[\alpha]_D = +167°$.

γ) Hexotetrosen. Manneotetrose ist, wie schon erwähnt, neben Manninotriose und Mannit in der Eschen-Manna (*Fraxinus Ornus*) vorhanden.

Sie zerfällt bei der Hydrolyse in zwei Moleküle d-Galaktose, ein Molekül d-Glukose und ein Molekül d-Fruktose unter Aufnahme von drei Molekülen Wasser (Trehalosetyp).

Die Hydrolyse erfolgt schon beim Erwärmen mit Wasser oder durch Einwirkung von Fermenten wie Invertin, Emulsin u. a. Durch verdünnte Säuren oder Kefirlaktase tritt zunächst Spaltung in d-Fruktose und Manninotriose ein. Die Manninotriose wird erst bei stärkerer Hydrolyse vollkommen in zwei Moleküle d-Galaktose und ein Molekül d-Glukose zerlegt.

Die Manneotetrose bildet Kristalle vom Schmp. 170°, schmeckt süß und wirkt nicht reduzierend. Sie ist stark rechtsdrehend $[\alpha]_D = +148°$.

Stachyose wurde zuerst in den Knollen der japanischen *Stachys Sieboldii* (*tuberifera*) festgestellt (18), sie findet sich aber auch sonst bei der Familie der Labiatae u. a.

Die Stachyose wird für identisch mit Manneotetrose gehalten (19).

Lupeose wurde als β-Galaktan in den Samen von *Lupinus luteus* (gelbe Lupine) gefunden, kommt aber auch sonst in den Samen der Leguminosen häufig vor.

Die Lupeose ist wahrscheinlich mit Stachyose und Manneotetrose identisch (20).

Diese drei Zucker zeichnen sich durch leichte Verdaulichkeit aus und sind daher gut für Magenleidende und Kranke geeignet.

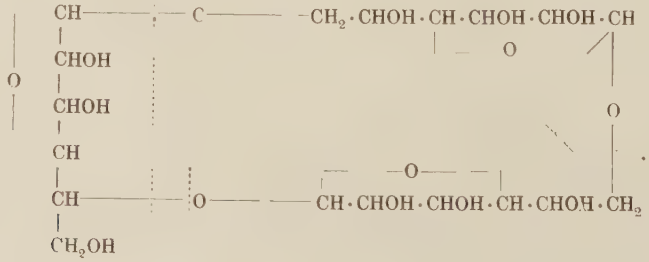
b) Höhere Polyosen. Die höheren Polyosen sind im Gegensatz zu den einfacheren typische Reservestoffe des Pflanzenkörpers und kommen in allen seinen Organen aufgespeichert vor, wie z. B. die Stärke. Zu den höheren Polyosen zählen ferner die Gerüstsubstanzen aller Chlorophyll führenden Pflanzen, deren Zellwände fast ausschließlich aus Zellulose bestehen, und außerdem eine Gruppe von Stoffen, die weder typische Reservestoffe, noch reine Gerüstsubstanzen sind, sondern vielfach beide Funktionen erfüllen und als Hemizellulosen bezeichnet werden (21).

Diese Verbindungen sind meist nicht kristallin zu gewinnen, vielfach in Wasser unlöslich und schmecken nicht süß, zählen also nicht mehr zu den eigentlichen Zuckern. Sie sollen jedoch des besseren Überblickes wegen hier auch ganz kurz besprochen werden.

Die höheren Polyosen werden bei der Hydrolyse ebenso wie die einfacheren in Monosen gespalten, so daß auch hier die einzelnen Reste durch Sauerstoff gebunden sein dürften. Das Molekulargewicht ist sehr hoch und unbekannt, ihre Formel demnach $(C_6H_{10}O_5)x$, wobei also aus je einem Molekül Monose $C_6H_{12}O_6$ ein Molekül H_2O ausgetreten ist.

α) Stärke (siehe diese).

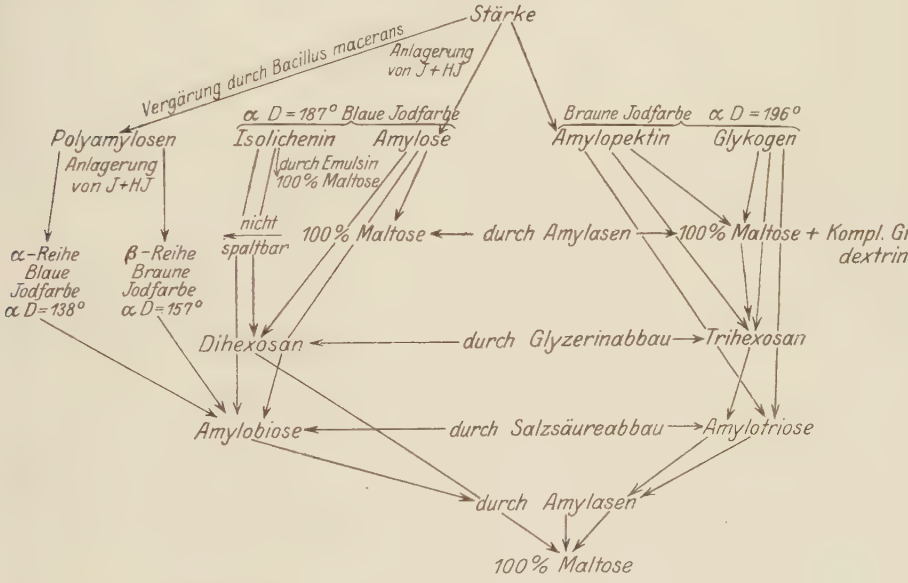
Als einfachste Strukturformel ist nach Irvine die folgende anzusehen:



Bisher wurde die Stärke für ein Polymeres dieser Formel gehalten, aus der hervorgeht, daß Maltose, wie die punktierten Linien andeuten, das alleinige Abbauprodukt bei der Hydrolyse ist. Diese Formel blieb auch weiter bestehen, als festgestellt wurde, daß die Stärke kein einheitlicher Körper ist, sondern aus zwei verschiedenen Substanzen besteht, nämlich aus der Haut- oder Hüllsubstanz, der Amylozellulose oder dem Amylopektin, und aus dem in dieser Haut enthaltenen löslichen Stoff, der Inhaltssubstanz, der Amylose oder Granulose. Diese beiden Stoffe unterscheiden sich vor allem dadurch, daß nur die Amylose durch Jod intensiv blau gefärbt wird, die Granulose nicht. Ihre Eigenschaften, wie Löslichkeit usw. sind verschieden, ebenso wechselt auch der Gehalt der Stärke an beiden Stoffen. Beim Kochen mit verdünnten Säuren entsteht jedoch aus beiden nur d-Glukose.

Nach Karrer (22) ist Stärke als ein nicht sehr hohes Polymerisationsprodukt der α-Diamylose aufzufassen, die ein 1,6-(1,4)-Glukosido-1,6(1,4)-glukosid darstellt und rechtsdrehend ist $[\alpha]_D = +136{,}6°$. Die Diamylose ist eine Verbindung, bei der die Aldehydhydroxyle mit nicht 1-ständigen Hydroxylen am anderen Zuckerrest wechselseitig zusammengetreten sind unter Austritt von zwei Molekülen Wasser.

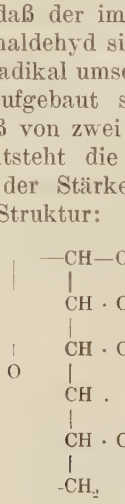
Die Arbeiten von H. Pringsheim (23) haben über den Aufbau und Abbau der Stärke ganz neue Ergebnisse gezeitigt. Er gibt als Überblick das folgende Schema an:



Aus diesem Überblick geht hervor:

1. daß das Amylopektin, die Hüllsubstanz, identisch ist mit dem Glykogen, der Leberstärke, und die Amylose, die Inhaltssubstanz, mit dem sogenannten Isolichenin, der Flechtenstärke (Begleitstoff des Lichenins im isländischen Moos);
2. daß der Abbau der Stärke nicht über die Dextrine als Zwischenprodukte führt, sondern über zwei verschiedene Substanzen und zwar das Trihexosan bei der Hüllsubstanz und das Dihexosan bei der Inhaltssubstanz;
3. daß als Endprodukt des Abbaues nicht Maltose anzusehen ist, sondern bei der Hüllsubstanz die Amylotriose und bei der Inhaltssubstanz die Amylobiose;
4. daß diese Ergebnisse sich nicht im Widerspruch mit den bisher geltenden Anschauungen über den Stärkeabbau befinden, da die einzelnen Abbauprodukte durch Amylasen quantitativ in Maltose überführbar sind, sondern vielmehr eine wesentliche Erweiterung und Klärung darstellen.

Pringsheim gelangt zu der Anschauung, daß der Aufbau und Abbau der Stärke und des Glykogens über diese vier neuen Zuckerarten geht, von denen drei kristallin erhalten wurden. Da weder Maltose noch Glukose als Zwischenprodukt bei der Assimilation nachgewiesen werden konnten, vertritt er die Auffassung, daß der im Chloroplasten gebildete Formaldehyd sich sofort mit Wasser zu dem Radikal umsetzt, aus dem die vier Zucker aufgebaut sind. Durch Zusammenschluß von zwei bzw. drei dieser Radikale entsteht die Inhalts- bzw. Hüllsubstanz der Stärke. Das Radikal hat folgende Struktur:



Der Nachweis der Stärke geschieht fast ausschließlich durch die Blaufärbung mit Jodlösung oder mit einer Lösung von Jod in Jodkali.

β) Glykogen. Das Glykogen, Leberstärke, ist bei den Pilzen, besonders den Hefen, weit verbreitet, findet sich aber im Gegensatz zu den übrigen Stärkearten auch im tierischen Organismus.

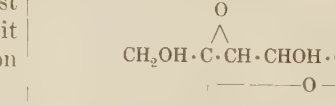
Aus der eben dargestellten Übersicht geht hervor, daß das Glykogen mit der Hüllsubstanz der Stärke, dem Amylopektin, identisch ist. Nach der Ansicht von Karrer (24) ist sein Aufbau jedoch dem der Stärke gleich, es stellt ein dieser fast gleiches Polymerisationsprodukt der Diamylose dar.

Das Glykogen ist ein amorphes, farbloses Pulver, das mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur aufquillt und eine opalisierende Flüssigkeit liefert. Bei seiner Hydrolyse entsteht nur d-Glukose. Es wirkt nicht reduzierend, ist beständig gegen Alkalien, wird durch Jodlösung braun gefärbt und ist stark rechtsdrehend $[\alpha]_D = +196°$.

γ) Inulin. Das Inulin ist ein typischer Reservestoff der Pflanzen und findet sich in den unterirdischen Speicherorganen meist in reicher Menge an Stelle von Stärke, ist aber stets in gelöstem Zustande vorhanden. Bei den inulinführenden Pflanzen ist es häufig auch in den oberirdischen Organen enthalten. Sein Vorkommen ist charakteristisch für die Familie der Compositae und ihr nahestehende Familien wie Campanulaceae, Goodeniaceae, Stylidiaceae. Es tritt ferner auf bei der Familie der Violaceae, bei Drosophyllum, bei der Familie der Malpighiaceae und bei einigen Pflanzen der Liliaceae, sowie in geringen Mengen auch bei den Algen.

Die Struktur des Inulins ist noch nicht vollkommen aufgeklärt; es liefert bei der Hydrolyse ausschließlich d-Fruktose.

Nach Karrer entsteht es durch Polymerisierung einfacher Anhydrofruktose mit *β*-oxydischer Bindung (25). Irvine (26) und H. Pringsheim (27) sind jedoch der Ansicht, daß die neun Fruktosereste, die am Aufbau des Inulinmoleküls beteiligt sind, die Struktur der *γ*-Fruktose besitzen wie der Fruktoserest des Rohrzuckers.



Das Inulin wird als Assoziationsprodukt einer dreifach polymerisierten Anhydrotrifruktose angesehen.

Es wird angenommen, daß das Inulin erst in den Speicherorganen durch Kondensation der Assimilationsprodukte, wahrscheinlich unter der Einwirkung des Fermentes Inulase entsteht, da in den Assimilationsorganen kein Inulin gefunden wurde.

Das Inulin ist linksdrehend, sein spez. Drehungsvermögen ist nicht sicher bekannt. Im allgemeinen wird angegeben $[\alpha]_D = -36°$. Es ist ein weißes, sehr hygroskopisches Pulver von kristallinischer Struktur und enthält lufttrocken 10 % Wasser. In kaltem Wasser ist es schwer löslich (1 : 10 000), in heißem Wasser jedoch leichter löslich. Es gibt eine klare Lösung, aus der es sich beim Überschichten mit Alkohol in sphäritartigen Gebilden langsam abscheidet. An diesen Gebilden, die charakteristisch radialstrahlig sind, kann es in Pflanzenteilen beim Einlegen in Alkohol erkannt werden.

Durch Jod wird es nicht gefärbt und wirkt nicht reduzierend.

Durch Hydrolyse ist es leicht spaltbar, weil die Fruktosereste einen unbeständigen Sauerstoffring enthalten und in die freie, beständige Fruktose mit furoidem Sauerstoffring übergehen; auf die gleiche Ursache ist die leichte Spaltbarkeit des Rohrzuckers sowie vielleicht auch die der Raffinose, Gentianose und Stachyose zurückzuführen.

Die Mobilisierung des Inulins bei neuen Vegetationsperioden geschieht wahrscheinlich ebenso wie sein Aufbau unter der Einwirkung von Enzymen. H. Pringsheim nimmt an, daß in der Inulose Fermentgruppen enthalten sind, die hydrolysierend, und solche, die depolymerisierend wirken, und daß diese Gruppen sich in ihrer Wirkungsweise ergänzen. Während die hydrolysierend wirkenden Fermentgruppen einen sofortigen Zerfall des Inulin-Moleküls in d-Fruktose herbeiführen, entstehen durch die depolymerisierend wirkenden Gruppen Abbauprodukte, die verschiedene Polymerisationsgrade des Inulin-Elementarkörpers darstellen. Als solche Abbauprodukte werden die Begleitstoffe des Inulins aufgefaßt, die ständig in wechselnden Mengen mit ihm zusammen in den Pflanzen vorkommen.

Derartige Begleitstoffe des Inulins sind (28):

Pseudoinulin, das ebenso wie Inulin in Sphäroiden kristallisiert und sich in Wasser im Verhältnis 1 : 350 bis 400 löst. $[\alpha]_D = -39{,}2°$.

Inulenin, das in Nadelbüscheln kristallisiert, sich in Wasser im Verhältnis 1 : 8 löst und $[\alpha]_D = -29{,}6°$ besitzt.

Helianthenin kristallisiert ebenfalls in Nadelbüscheln, löst sich in Wasser im Verhältnis 1 : 1 und besitzt $[\alpha]_D = -23{,}5°$.

Synanthrin ist amorph, löst sich in Wasser in jedem Verhältnis und besitzt $[\alpha]_D$ = etwa $-17{,}0°$.

Bei abfallender Assoziationsgröße nimmt die Löslichkeit dieser Stoffe in Wasser im Vergleich zu Inulin zu und das spez. Drehungsvermögen ab.

Graminin. Das Graminin ist eine in den Rhizomen verschiedener Gräser (*Trisetum alpestre, Agrostis, Festuca, Avena* u. a.) vorkommende Polyose, die mit Inulin verwandt, wahrscheinlich identisch ist.

Irisin. Das Irisin findet sich in den Rhizomen verschiedener Irisarten; es ist ebenfalls dem Inulin sehr ähnlich und wahrscheinlich identisch mit ihm.

Triticin. Das Triticin kommt besonders in der Queckenwurzel (*Triticum repens*) und in *Dracaena rubra* (Drachenblut) vor; es ist seiner Zusammensetzung nach dem Inulin gleichfalls ähnlich und sicherlich identisch mit ihm.

δ) Hemizellulosen. Die Hemizellulosen, die auch als Reservezellulosen bezeichnet werden, stellen eine große Gruppe von Stoffen dar, die für das Leben der Pflanzen wichtig sind. Sie sind dadurch charakterisiert, daß sie weder reine Gerüstsubstanzen wie die echten Zellulosen, noch typische Reservestoffe wie die Stärke sind. Sie kommen in fast allen Pflanzenorganen vor als Begleitstoffe der höheren Polyosen, besitzen jedoch sehr verschiedene, nie scharf begrenzte Funktionen. In den Wurzeln und Samen finden sie sich hauptsächlich als Reservestoffe, in den Blättern und Stengeln dagegen auch als Einlagerungs- und Verdickungssubstanzen der Zellwände.

Ihr chemischer Aufbau ist noch nicht aufgeklärt, da die Zusammensetzung großem Wechsel unterworfen ist und eine Reindarstellung bisher nicht möglich war.

Sie sind sowohl aus Hexosen wie aus Pentosen und Methylpentosen zusammengesetzt.

Die aus Hexosen aufgebauten Hemizellulosen werden als Hexosane bezeichnet und finden sich vor allem als Reservestoffe, z. B. die Mannane in vielen Samen (Gramineae, Palmae u. a.).

Die aus Pentosen zusammengesetzten Hemizellulosen, die Pentosane genannt werden, sind dagegen vorwiegend Stützsubstanzen wie z. B. die Xylane in Stengeln, Holz usw. Sie kommen häufig in Gemeinschaft mit der echten Zellulose vor (Holz, Stroh u. a.).

Der Aufbau der verschiedene Monosenreste bei der Hydrolyse liefernden Hemizellulosen, wie z. B. der des Mannogalaktans, ist noch nicht festgestellt. Mannogalaktan kann sowohl ein einheitlicher Körper sein wie auch aus einem Gemisch von Mannan und Galaktan bestehen.

Die Hemizellulosen sind sowohl durch Säuren wie durch Fermente (Cytasen),

die vor allem bei der Keimung auftreten, leicht hydrolysierbar. Sie sind in Wasser meist unlöslich oder kolloid löslich.

ε) Gummistoffe, Pflanzenschleime und Pektinstoffe. Die in der Pflanzenwelt weit verbreiteten Gummisubstanzen, Pflanzenschleime und Pektinstoffe sind ebenfalls Zucker-Kondensationsprodukte und ganz ähnlich aufgebaut wie die Polyosen. Doch sind über ihre Zusammensetzung keine sicheren Angaben bekannt. Da sie häufig bei der Hydrolyse Säuren abspalten, sind sie nicht mehr als reine Polyosen anzusehen.

ζ) Zellulose (s. bei Hölzer).

Lichenin. Das Lichenin stellt eine zelluloseähnliche Substanz dar, die sich vor allem in Flechten (im isländischen Moos, *Cetraria islandica*) findet. Es ist in Wasser quellbar und ebenso wie Zellulose nur aus d-Glukose aufgebaut.

η) Stickstoffhaltige Polyosen (Aminozucker). Von den stickstoffhaltigen Polyosen besitzt nur das Chitin Bedeutung als Gerüstsubstanz der Zellmembranen vieler Pilze und der Zellwände verschiedener Bakterien, wie z. B. der Essigbakterien, Heubakterien usw.

Aus dem Chitin entsteht durch Hydrolyse mit konz. Salzsäure das gut kristallisierende salzsaure Salz des d-Glukosamins, das als Aminozucker bezeichnet werden kann. Es läßt sich sowohl in Glukose wie in Mannose überführen. Bei der Abspaltung der Aminogruppe mit salpetriger Säure entsteht jedoch Chitose, eine 2,5-Anhydromannose.

Die Aminozucker sind in biologischer Hinsicht von großer Bedeutung, da anzunehmen ist, daß sie als Zwischenprodukte bei der Bildung von Eiweißstoffen und Alkaloiden aus Kohlenhydraten und einfachen Stickstoffverbindungen auftreten. Sie bilden also die Brücke zwischen den Kohlenhydraten und den Aminosäuren bzw. den Eiweißstoffen.

II. Übersicht über wichtigere zuckerhaltige Pflanzen.

Spermatophyta oder Samenpflanzen.

1. Gymnospermae.

Ginkgoales.

Ginkgo biloba, Ginkgo. China, Japan. Die als Ginkgonüsse bezeichneten Samen der ebenfalls eßbaren Früchte bilden einen Handelsartikel der ostasiatischen Märkte. Sie werden meist in geröstetem Zustand gegessen und enthalten etwa 6 % Zucker, hauptsächlich Rohrzucker, sowie etwa 1% Glukose neben 62,4% Stärke u. a. (29).

Coniferales

Larix europaea, Lärche. Europa. Liefert Manna von Briançon (siehe unter Manna).

Pinus Lambertiana, Zuckerkiefer. Kalifornien, Oregon. Liefert kalifornisches Manna (siehe unter Manna).

Juniperus communis, Wacholder. Europa, Asien, Amerika. Die Wacholderbeeren genannten Früchte sind offizinell. Sie dienen zur Herstellung von Wacholderwein, aus dem durch Destillation Wacholderbranntwein gewonnen wird, und werden als Volksheilmittel sowie in der Tiermedizin verwandt. Je nach dem Reifestadium und der Sorte enthalten sie 12,62—33,30 %, im Mittel etwa 26,5 % Invertzucker und 0,60—2,63 % ätherisches Öl u. a. (30)

2. Angiospermae.

a) Dicotyledoneae.

α) Archichlamydeae.

Familie der Fagaceae.

Castanea vulgaris, Edelkastanie. Südeuropa, Kleinasien, Nordamerika. Die unter der Bezeichnung Maronen oder eßbare Kastanien bekannten Früchte stellen einen bedeutenden Handelsartikel dar und werden als Nahrungsmittel verwendet. Sie enthalten in der Trockensubstanz 4—14 % Glukose, etwas Rohrzucker, außerdem 16—34 % Stärke, 7—17 % Dextrine, Eiweißstoffe u. a. (31).

Quercus pedunculata, Stieleiche, und *Qu. sessiliflora*, Traubeneiche. Europa. Die Eicheln dienen als Schweinemastfutter und als minderwertiges Nahrungsmittel. Sie enthalten Quercit (Eichelzucker), 4,90—8,18 % reduz. Zucker (= Glukose), 0,1—1,9 % Rohrzucker, 43,40—44,30 % Stärke u. a. (32).

Quercus infectoria, Galleiche. Kleinasien.

Qu. vallonea. Kleinasien.

Qu. persica. Persien.

Qu. Euroyi. Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Qu. tauricola. Orient, Mittelmeergebiet. Liefert Eichenmanna ebenso wie die vorerwähnten Arten (siehe unter Manna).

Moraceae.

Morus nigra, Maulbeerbaum. Vorderasien. Die als Maulbeeren bezeichneten schwarzvioletten, brombeerähnlichen Früchte dienen als Nahrungsmittel, als Färbemittel für Wein und wurden früher auch als Heilmittel verwandt. Sie enthalten im Mittel etwa 9 % Zucker als Glukose und d-Fruktose, ungefähr 0,57 % Rohrzucker, Apfelsäure, 85 % Farbstoff u. a. (33).

Ficus carica, Feigenbaum. Mittelmeergebiet, Südafrika, Amerika, Italien. Liefert Feigen (siehe unter Feigen).

Artocarpus integrifolia, Jackbaum, indischer Brotfruchtbaum. Ostindien, Ostafrika, Südamerika, kultiviert besonders in Brasilien. Das Fruchtfleisch der bis 12 kg schweren, länglichen, meist kopfgroßen Früchte dient als Nahrungsmittel. Es enthält 1,14% Glukose und 3,70% Rohrzucker (34).

Lorantaceae.

Viscum album, Mistel. Epiphytisch auf Nadel- und Laubbäumen. Die Mistelfrüchte spielen in der Volksmedizin vieler Länder eine Rolle. Der Fruchtschleim dient als Vogelleim (s. Schleime). Die beerenartigen, weißen Früchte enthalten im schleimigen Fruchtfleisch neben gärfähigem Zucker 1,20% (d-l) Inosit und 0,40% rac. Inosit, ferner Viscin, ein Glukosid u. a. (35).

Polygonaceae.

Atraphaxis cotoneaster und *A. spinosa.* Persien. Liefern Atraphaxusmanna, Shire Khesti (siehe unter Manna).

Chenopodiaceae.

Beta vulgaris, gemeine Rübe, Mangold. Liefert kultiviert die Zuckerrübe (siehe diese unter C, IV, 1).

Ranunculaceae.

Paeonia peregrina und *P. officinalis,* rote Päonie, Pfingstrose. Orient, Südeuropa. Die knolligen Wurzeln (*Radix Paeoniae peregrinae*) wurden schon im Altertum zu Heilzwecken verwendet, besonders gegen Epilepsie und Gicht. Sie enthalten 4—5 % Glukose, 8—14 % Rohrzucker (?), 14—25 % Stärke, 2 % Metarubinsäure u. a. (36).

Anonaceae.

Anona muricata, Stachelanone; *A. squamosa,* Süßsack, Zuckerapfel; *A. reticula,* Netzanone; *A. cherimolia,* Cherimoya. In den gesamten Tropen kultiviert. Die großen, eiförmigen, stachligen Früchte sind eßbar und dienen als Obst. Sie enthalten im Fruchtfleisch ungefähr 5—6 % Glukose, 0,04—4,22 % d-Fruktose und 0,00—3,00 % Rohrzucker (37).

Lauraceae.

Persea gratissima, Aquacato, Avocato, Advocado, Advokat. Südamerika, Ostasien, kultiviert. Das Fruchtfleisch der als Avocato-Birnen bezeichneten, dunkelgrünen bis braunroten Früchte dient als Nahrungsmittel sowohl in rohem Zustand wie auch zubereitet als Gemüse, Fruchtmus u. a. Es enthält im Mittel 1,34 % Ges.-Zucker, der aus Glukose, d-Fruktose und 0,86 % Rohrzucker besteht, sowie Perseït, 0,50 % Stärke, 3,57 % Zellulose u. a. (38).

Cruciferae.

Brassica oleracea capitata alba, Weißkohl, Weißkraut, eines der am häufigsten angebauten Gemüse. Er enthält 2,93 % Glukose, 1,29 % Invertzucker und Inosit, nach neueren Angaben 3,29 % stickstoffreie Extraktstoffe. Aus den Blättern wird durch Milchsäuregärung das Sauerkraut gewonnen.

Brassica oleracea conica, Spitzkohl, Zuckerhut; *B. oler. var. Botrytis,* Blumenkohl; *B. oler var. gongyloides,* Kohlrabi; *B. oler. sabanda,* Wirsingkohl; *B. oler. percrispa,* Winterkohl; *B. oler. luteola,* Butterkohl, enthalten 0,38—1,47 % Zucker (siehe auch Wehmer, Die Pflanzenstoffe, S. 253—254) (39).

Saxifragaceae.

Ribes rubrum, Johannisbeere. Europa, Sibirien; kultiviert. Die einen hohen Gehalt an Zitronensäure besitzenden Früchte dienen als Obst, zur Herstellung von Wein usw. Der Saft der Früchte enthält 4,20 bis 11,40 % Invertzucker, ferner Pektinstoffe u. a. (40).

Ribes nigrum, schwarze Johannisbeere. Europa. Die schwarzen Beeren werden besonders zur Herstellung von Mus verwendet. Der Saft der Früchte enthält 10,40—12,80% Gesamtzucker, und zwar Invertzucker und Rohrzucker in wechselndem Verhältnis, Pektinstoffe, 2,60—3,70 % freie Säure u. a. (41).

Ribes Grossularia, Stachelbeere. Europa, Sibirien; vielfach kultiviert. Die apfel- und zitronensäurehaltigen Früchte dienen als Obst. Sie enthalten etwa 7,10 % Invertzucker, 1,05 % Rohrzucker, nach neueren Angaben jedoch nur 5,80—7,40 % Gesamtzucker, 1,37 % freie Säure, Pektinstoffe usw.

Rosaceae.

a) Unterfamilie der Pomoideae.

Cotoneaster nummularia, Persien, Afghanistan, Nordafrika; liefert Manna, Shir Khist (siehe unter Manna).

Mespilus germanica, Mispel. Östliches Mittelmeergebiet; häufig angepflanzt. Die großen Früchte besitzen am oberen Teil eine Vertiefung und werden gegessen. Sie enthalten 9—11 % Invertzucker, Sorbit, etwa 1,38 % Apfelsäure, Pektinstoffe u. a. (42). Beim Nachreifen werden die Früchte weich, und es entsteht etwas Alkohol und Essigsäure (43).

Eriobotrya japonica, japanische Wollmispel. Japan, Indien, China; kultiviert. Die aprikosenartigen gelben Früchte kommen als erstes Obst im Frühjahr nach Mitteleuropa. Sie enthalten im reifen Zustande 6 % Invertzucker, 4,94 % Rohrzucker, 0,60 % Apfelsäure, Pektinstoffe, Pentosane u. a. (44).

Cydonia vulgaris, Quitte. Vorderer Orient, Griechenland, Kreta, Transkaukasien, jetzt auch Südeuropa; durch Kultur weit verbreitet. Die kugeligen oder birnförmigen Früchte dienen als Obst, zur Herstellung von Wein usw. Die Früchte enthalten im Mittel 7,17% Gesamtzucker und zwar 2,14 % Glukose, 6,27 % d-Fruktose und 0,64 % Rohrzucker, ferner 0,93 % freie Säure (Apfelsäure), Pektinstoffe u. a. (45). Kerne s. Schleime Nr. 12.

Pirus communis, Birnbaum. Kulturpflanze, deren zahlreiche Formen von verschiedenen asiatischen Arten abstammen (*P. achras, P. persica, P. cordata* u. a.). Die Birnen zählen zu unserm edelsten Obst und dienen auch zur Herstellung von Birnensaft, Sirup, Wein und Essig. Je nach dem Reifegrade, der Sorte und dem Klima ist der Zuckergehalt verschieden groß. Meist finden sich 6—13 % Glukose und d-Fruktose, sowie oft 1—2 %, seltener bis 6 % Rohrzucker, ferner Sorbit, freie Säure, Hemizellulosen, Pektinstoffe u. a. (46).

Pirus malus, Apfelbaum. Kulturpflanze, in zahlreichen Formen und Sorten angebaut; wahrscheinlich Mischprodukt verschiedener asiatischer Arten (*P. pumila, P. dasyphylla*). Die Äpfel dienen als Obst und zur Herstellung von Mus, Wein (Cider) und Essig. Sie enthalten je nach der Sorte 6—16 % Zucker und zwar im Mittel 3,02 % Rohrzucker, 3,80 % Glukose und 8,10 % d-Fruktose, Sorbit (47), Stärke, Hemizellulosen (Pentosane), Pektinstoffe, freie Säure u. a. (48).

Pirus glabra, Persien. Die Blätter schwitzen Manna aus, das als Manna von Luristan bezeichnet wird und Zucker und Dextrine enthält (49).

Pirus aucuparia, Vogelbeere, Eberesche. Europa, Asien. Die meist scharlachroten Früchte dienen vielen Vögeln zur Nahrung, die der Varietät *P. aug. var. moravis* (*dulcis*) werden von Menschen gegessen und zur Herstellung von Branntwein und Essig benutzt. Sie enthalten 4,60 bis 7,94 % Gesamtzucker und zwar im Mittel 7,41 % Invertzucker, 0,33 % Rohrzucker, Sorbit, sowie freie Säure u. a. (50). (Siehe Wehmer, Pflanzenstoffe 1911, S. 282).

Pirus domestica, Speierling. Südeuropa. Die roten oder gelben Früchte sind rundlich oder birnförmig und dienen als Nahrungsmittel. Sie enthalten 14,42 % Invertzucker, etwa 0,62 % Apfelsäure u. a. (51).

b) Rosoideae.

Rubus chamaemorus, Torfbeere. Nördliches Europa, Asien, Amerika. Die roten, sehr wohlschmeckenden Früchte enthalten 3—6 % Zucker, freie Säure u. a. (52).

Rubus idaeus, Himbeere. Die Früchte dienen als Obst, zur Herstellung von Himbeersaft, Essig usw. Sie enthalten bis 7 % red. Zucker, dagegen nur wenig oder gar keinen Rohrzucker, etwa 1 % freie Säure u. a. (53).

Rubus fructicosus, Brombeere. Die Früchte der unter diesem Sammelnamen zusammengefaßten Spezies — Brombeeren — dienen als Obst und enthalten 4—7 % red. Zucker, etwa 0,5 % Rohrzucker, ungefähr 1 % freie Säure u. a. (54).

Fragaria elatior Ehrh., Gartenerdbeere. Europa, Nordasien; in vielen Spielarten und Sorten kultiviert. Die Früchte — Erdbeeren — enthalten 4—6 % reduzierenden Zucker (Glukose und d-Fruktose), meist nur 0,10 %, selten bis 3 % Rohrzucker, Pektinstoffe, Salicylsäure, 0,70—1,60 % freie Säure usw. (55).

Fragaria collina, Hügelerdbeere: *F. elatior* Duchesne; *F. virginiana* (Nordamerika); *F. chilensis,* Riesenerdbeere (Chile); *F. grandiflora,* Ananaserdbeere (Surinam) und *F. vesca,* Walderdbeere enthalten je nach der Sorte 3—13 % red. Zucker (Glukose und d-Fruktose) und 1—6.33 % Rohrzucker, sowie 1,20—1,65 % freie Säure u. a. (56).

Rosa canina, Hundsrose, Heckenrose. Europa. Die als Hagebutten bezeichneten, reifen Fruchtstände waren früher offizinell (*Fructus et semina Cynosbati*). Sie enthalten 10—13,70 % Invertzucker und 0.60—2,40 % Rohrzucker, 3,00—3,60 % Apfelsäure. 1,70—2,60 % fettes Öl u. a. (57).

c) Prunoideae.

Prunus persica, Pfirsichbaum. Heimat China; kultiviert in Europa, im Orient, in Indien usw. Die Früchte — Pfirsiche — dienen als Obst und enthalten im Mittel etwa 3—4 % Invertzucker und 2 bis 6 % Rohrzucker, meist jedoch beide Zuckerarten im wechselnden Verhältnis (58); ferner 0,75—1,00 % freie Säure (Apfelsäure) u. a.

d) Caesalpinioideae.

Tamarindus indica, Tamarindenbaum. Afrika, Südasien, Arabien, vielfach kultiviert, in den gesamten Tropen verbreitet. Die Tamarinden dienen als Nahrungsmittel; das süßsäuerliche Fruchtmark, das als Tamarindenmus (Pulpa tamarindorum) bezeichnet wird, kommt zusammengeknetet als dunkelbraune Masse von Indien her in den Handel. Es dient als schwaches Abführmittel, zur Herstellung von Tamarindenwein, Limonaden, Sirup, Bonbons usw. Die Früchte enthalten nach älteren Untersuchungen 5,81 % Glukose und 2,51 % d-Fruktose, größere Mengen freier Weinsäure (5,20—8,80 %), Weinstein (4,60—6,00 %) u. a. (59). Im Fruchtmus sind 50,07 % Kohlenhydrate vorhanden.

Ceratonia siliqua, Johannisbrotbaum. Östliches Mittelmeergebiet, Nordafrika, Südeuropa; kultiviert. Die Früchte — Johannisbrot — (siehe unter Johannisbrot C, II, 4, die Samen unter Schleime Nr. 13).

Cassia fistula, Röhrenkassie. Indien; in Tropen viel kultiviert, altbekannt. Die 1½ m langen, dunkelbraunen Röhrenfrüchte werden als »Manna« in größeren Mengen nach Europa ausgeführt. Sie dienen als Naschwerk für Kinder, als leichtes Abführmittel und zuweilen auch als Arzneimittel. Das schwarzbraune Fruchtmark, das als Cassiamus in den Handel gebracht wird, besitzt einen süßen Geschmack und ist reich an Zucker (5,44 %). (60).

e) Papilionoideae.

Astragalus adscendens und *A. florulentus.* Vorderasien, Persien, Afghanistan; liefern Astragalus-Manna (siehe unter Manna).

Alhagi maurorum, Mannaklee. Westliches Asien, Ägypten, Ostindien; liefert Alhagi-Manna (siehe unter Manna).

Alhagi camelorum, Afghanistan, liefert ebenfalls Manna (siehe unter Manna, C. I, 2).

Pachyrrhizus bulbosus (*angulatus*), Yamsbohne. Tropisches Amerika und Asien; häufig kultiviert. Die kopfgroßen, knolligen Wurzeln sind eßbar und liefern ein gutes Mehl. Sie enthalten anscheinend Mannit (61), geringe Mengen reduzierenden (etwa 0,2 %) und nichtreduzierenden (etwa 0,35%) Zucker, ferner sind etwa 27% Stärke vorhanden u. a.

Meliaceae.

Lansium domesticum, Lansibaum oder Lansabaum. Malaiischer Archipel und Hinterindien; kultiviert. Die einzeln oder zu zweien in der fleischigen oder lederigen Frucht enthaltenen Samen werden von einer dicken, fleischigen, weißlichen Masse, dem Arillus, umhüllt. Dieser ist sehr schmackhaft und wird gegessen. Die säuerlichen Früchte werden Langsep, die süßen Duku genannt. Sie enthalten

9,50—14% Gesamtzucker und zwar 1,67% Glukose, 2,54% d-Fruktose und etwa 10 % Rohrzucker (62).

Euphorbiaceae.

Phyllanthus distichus. Südasien; in Gärten kultiviert. Die sauren, den Stachelbeeren ähnlichen Früchte dienen als Obst. Sie enthalten 0,33 % Glukose und 1 % d-Fruktose (63).

Anacardiaceae.

Mangifera indica, indischer Mangobaum. Ostindien; in den gesamten Tropen in verschiedenen Varietäten kultiviert. Die grünen, zur Reifezeit gelben Früchte besitzen je nach der Sorte verschiedene Form und Gestalt. Sie sind meist länglich und bilden wegen ihres saftigen Fruchtfleisches ein unter dem Namen Mango bekanntes Obst, das allerdings oft einen terpentinähnlichen Geruch besitzt. Die süßen Varietäten enthalten im Fruchtfleisch 0,62 % Glukose, 1,98 % d-Fruktose und 9,48 % Rohrzucker, die saueren Varietäten dagegen 1,90 % d-Fruktose, 3,60% Rohrzucker (keine Glukose) und Zitronensäure (64).

Spondias mangifera, Mangopflaume. Südasien. Die pflaumenartigen Früchte dieser und vieler anderer Spondiasarten sind saftig, haben einen angenehmen Geschmack und werden als Obst, Eingemachtes usw. verwandt. Sie enthalten im Fruchtfleisch 1,68 % Glukose, 1,84 % d-Fruktose und 2,94 % Rohrzucker. Die Früchte von *Spondias dulcis* Forst. besitzen einen Gehalt von 4,52 % Glukose und 9,41 % Rohrzucker (65).

Sclerocarya Schweinfurthiana. Südwestafrika. Die gelben, wohlriechenden, pflaumengroßen Früchte dienen als Obst und werden besonders von den Ovambos zur Herstellung eines weinartigen Getränkes und von Schnaps verwandt. Sie sind reich an Zucker (66).

Aceraceae.

Acer saccharinum, Zuckerahorn und andere Ahornarten liefern Ahornzucker (siehe unter Ahornzucker, C, III, 2a).

Sapindaceae.

Euphoria longana, Longanbaum. Subtropisches Asien. Die runden, glatten Früchte, die einen angenehm schmeckenden Samenmantel besitzen, dienen ebenso wie die Früchte der naheverwandten Gattung *Nephelium* (Java) als Obst und werden zuweilen nach Europa ausgeführt. Sie enthalten im Fruchtfleisch etwa 7,80% Rohrzucker, 2,25 % Glukose und 1,25 % d-Fruktose (67).

Litschi chinensis, Litschibaum. China; kultiviert. Die rotbraunen, eiförmigen oder runden Früchte, Litschipflaumen, dienen als Obst und werden häufig nach Europa ausgeführt; sie sind reich an Zucker (68).

Rhamnaceae.

Zizyphus lotus, Lotus-Jujube. Mittelmeergebiet, Syrien. Die erbsengroßen, rundlichen, schwach süßen oder geschmacklosen Früchte — Jujuben — dienen der ärmeren Bevölkerung als Nahrungsmittel und werden zur Herstellung von Brot, sowie zu der eines alkoholischen Getränkes benutzt. Sie sind auch als Volksheilmittel gegen Katarrh im Gebrauch und enthalten reichlich Zucker, Hexosen sowohl wie Rohrzucker und ferner Schleimstoffe, apfelsaure und weinsaure Salze u. a. (69).

Vitaceae.

Vitis vinifera, Weinstock, liefert Weintrauben (siehe unter Weintrauben, C, II, 1).

Tiliaceae.

Grewia flava, Südwestafrika. Die beerenartigen, gelben bis rötlichen Steinfrüchte, als wilde Rosinchen bezeichnet, dienen als Obst sowie zur Herstellung eines bierartigen Getränkes. Sie enthalten im getrockneten Zustande etwa 63.80 % Zucker (Glukose) (69).

Bombaceae.

Durio Zibethimus, Durianbaum, indischer Zibetbaum. Malakka, indischer Archipel; kultiviert. Die kopfgroßen, gelbbraunen Früchte enthalten zahlreiche, kastaniengroße Samen, die von einem weichen, fleischigen Samenmantel umhüllt sind. Dieser riecht nach faulen Eiern und altem Käse und wird von den Eingeborenen sehr gern gegessen. Das Fruchtfleisch enthält 12 % Gesamtzucker und zwar 1,80 % Glukose, 2,20 % d-Fruk-

tose und 8,07 % Rohrzucker (70), nach neueren Untersuchungen jedoch nur 5,11 % Kohlenhydrate.

Guttiferae.

Mammea americana, Mammibaum, auch südamerikanische Aprikose genannt. Die rötlichgelben, runden Früchte — Mammiäpfel — dienen, von der hellgelben, bitteren Außenschale befreit, als Obst. Sie werden aber meist wegen ihrer schweren Verdaulichkeit als Kompott zubereitet und außerdem zur Herstellung von Wein verwandt. Die Früchte sind reich an Zucker.

Garcinia mangostana, Mangostan- oder Mangostinbaum. Molukken, oft kultiviert. Die runden, apfelgroßen Früchte gehören zu den wohlschmeckendsten Tropenfrüchten. Die in der dicken, weinroten Fruchtschale enthaltenen Samen (meist 5—6) werden von einem saftigen, fleischigen Samenmantel umhüllt, der schneeweiß ist und einen aromatischen, süßsäuerlichen Geschmack besitzt. Das Fruchtfleisch enthält 1 % Glukose, 1,20 % d-Fruktose und 10,8 % Rohrzucker, nach W. G. Boorsma 3 % Glukose und 11,65 % Rohrzucker (71).

Tamaricaceae.

Tamarix mannifera, Mannatamariske. Ägypten, Arabien, Persien, liefert Tamariskenmanna (siehe unter Manna, C, I, 2).

Canellaceae.

Canella alba, weißer Caneelbaum. Westindien. Die zimt- und etwas muskatartig riechende Rinde wird als weißer Zimt oder Caneelrinde bezeichnet und in Amerika als Gewürz verwandt. Sie enthält 8,77% d-Mannit, 11,7% Stärke, 16,70% Hemizellulosen (Pentosane), ätherisches Öl u. a. (72).

Flacourtiaceae.

Flacourtia sapida, Ostindien. Die kirsch- bis pflaumengroßen, süßschmeckenden Früchte dienen als Obst. Sie enthalten im Fruchtfleisch 0,41 % Glukose, 0,70 % d-Fruktose und 0,50 % Rohrzucker (73).

Passifloraceae.

Passiflora alata, geflügelte Grenadille. Amerika, Tropen. Das Fruchtfleisch der schweren, melonenähnlichen Früchte wird zusammen mit der Samenpulpa als Kompott zubereitet. Im Fruchtfleisch sind 3 % Glukose und 0,44 % Stärke enthalten, in der Samenpulpa 6 % Zucker (76).

Passiflora edulis var. pomifera, P. edulis var. diden Vel. enthalten in der Samenpulpa 7—8,60 % Glukose; *P. amethystina* Mik. und *P. setacea* D. C. enthalten in der Pulpa 2,10—2,20 % Glukose. *Passiflora spec.* als Erbis bezeichnet, besitzt nach W. G. Boorsma einen Gehalt von 5,54 % Glukose und 5,12 % Rohrzucker (77).

Caricaceae.

Carica papaya, Papaja-Melonenbaum. Tropisches Amerika und Asien; kultiviert. Die länglichen, melonenähnlichen, gelb bis gelbgrün gefärbten Früchte enthalten unter der weichen Schale eine dicke Schicht weichen, orangefarbenen Fruchtfleisches, das einen angenehmen melonenartigen Geschmack besitzt und wegen seiner die Verdauung unterstützenden Wirkung gesundheitlich sehr wertvoll ist. Die unreifen Früchte dienen eingemacht als Kompott. Das Fruchtfleisch der reifen Früchte enthält etwa 5,50 % Gesamtzucker und zwar 2,60 % Glukose, 2,10 % d-Fruktose, 0,85 % Rohrzucker, ferner Papain (Papayotin), ein eiweißspaltendes Ferment, freie Säure u. a. W. G. Boorsma fand im Fruchtfleisch 6,13 % Gesamtzucker und 0,34 % Rohrzucker vor (78).

Cactaceae.

Opuntia Ficus indica, echter Feigenkaktus. Heimat Mexiko; kultiviert vor allem in Südamerika, Westindien und Südeuropa. Die gelbe, rotbäckige Frucht ist stark höckerig, feigenförmig und wird als indische Feige bezeichnet. Sie ist ein wichtiges Nahrungsmittel und enthält im Saft 11,20 % Zucker (79).

Opuntia leucotricha, O. streptacantha und *O. robusta,* mexikanische Kaktusarten, sowie *O. Rafinisquie* und *O. vulgaris,* nordamerikanische Arten, besitzen ebenfalls wohlschmeckende, zuckerhaltige, sehr geschätzte Früchte, die im Mittel 1,76 % Zucker enthalten (80).

Cereus polylophus, Säulenkaktus,

Amerika, sowie *C. giganteus, C. Thurberi, C. stellatus, C. edulis* und andere Cereus-Arten liefern zuckerreiche Früchte, die zum Teil wichtige Nahrungsmittel sind.

Elaeagnaceae.

Hippophaë rhamnoides, kreuzdornartiger Sanddorn, Seedorn. Europa, Asien. Die als Sandbeeren bezeichneten Früchte werden in den nordischen Ländern zu Mus eingekocht oder als Zutat zu Fischsuppen benutzt. Sie enthalten Mannit in reicher Menge (81).

Punicaceae.

Punica granatum, Granatapfelbaum. Mittelmeergebiet, vorderes Asien bis China, Nordafrika, Südamerika und Südeuropa; kultiviert. Die apfelgroße Frucht enthält in einer lederigen, meist purpurrot gefärbten Schale zahlreiche Samen, die von einer glashellen, saftigen Außenschicht umgeben sind. Diese besitzt einen süßen oder säuerlichen, weinartigen Geschmack. Die als Granatäpfel bezeichneten Früchte dienen als Obst. Schon bei den alten Ägyptern wie auch später bei den alten Juden spielten sie im Kultus eine Rolle; sie gelten noch heute den Griechen als ein Bild reichen Segens, während die Blüten das Symbol feuriger Liebe sind. Die Früchte enthalten bis 11,60 % Invertzucker (nach W. G. Boorsma 7,55% Glukose), und zwar findet sich dieser in dem Saft, der etwa 36—61 % der Frucht ausmacht, während in den Kernen, die 28—42 % der Frucht bilden, bis 12,60 % Stärke vorhanden sind (82).

Myrtaceae.

Psidium guayava, großfrüchtige Guayave, auch Guave genannt. Tropisches Amerika; in den Tropen vielfach kultiviert. Die roten oder gelben Früchte sind birnförmig (*P. gua. var. pyriferum*) oder apfelförmig (*P. gua. var. pomiferum*). Wegen der zahlreichen, kleinen Samen, die die Früchte enthalten, wird meist Fruchtmus aus ihnen hergestellt, das als Guayawa-Marmelade oder Guava-Gelee in den Handel gebracht wird und sehr geschätzt ist. Die Früchte enthalten 2 % Glukose, 0,50 % d-Fruktose und 4 % Rohrzucker. W. G. Boorsma fand 4,14 % Glukose und 3,40 % Rohrzucker (83).

Eugenia jambos (*Jambosa vulgaris*), die gemeine oder Aprikosen-Jambuse. Tropisches Asien; in den Tropen vielfach kultiviert. Die gelblichen oder weißen Früchte sind birnförmig, haben einen aprikosenartigen Geschmack und dienen als Obst. Sie enthalten 3,45 % Glukose (84).

Eugenia malaccensis, Apfeljambuse. Malaiische Inseln. Die apfelgroßen, roten, rosinenartig riechenden Früchte dienen ebenso wie die vieler anderer nahe verwandter Arten in den Tropen als Obst. Sie enthalten 7 % Zucker und zwar 3,20 % Glukose, 3,20 % d-Fruktose und 0,53 % Rohrzucker, nach W. G. Boorsma 7,93 % Glukose und 1,80 % Rohrzucker (85).

Eucalyptus mannifera Mud. und *E. resinifera* Sm., sowie *E. pulverulenta* und *E. Gunnii* Hok. Australien. Liefern Eucalyptus-Manna (siehe unter Manna C, I, 2).

Eucalyptus dumosa. Australien. Liefert Lerp-Manna (siehe unter Manna C, I, 2).

Umbelliferae.

Sium sisarum, Zuckerwurzel. Zentralasien, auch in Deutschland seit alten Zeiten angebaut. Die süßlich und gewürzhaft schmeckenden Wurzeln dienten früher als Gemüse, werden aber jetzt nur noch als Heilmittel bei Brustkrankheiten verwandt. Sie enthalten 4—8 % Rohrzucker, 4—18 % Stärke, ferner bis 8,80 % Hemizellulosen, Dextrine, Pektinstoffe usw. (86).

Carum Gairdneri. Kalifornien. Die zu länglichen Knollen verdickten, büscheligen Wurzeln dienen den Indianern als Nahrungsmittel. Sie enthalten in frischem Zustande 3,18 % Rohrzucker und getrocknet etwa 10 % neben viel Stärke (87).

Pastinaca sativa, Pastinak. Europa. Die fleischigen, etwas süßen Wurzeln werden als Gemüse gegessen und auch als Viehfutter verwendet. Sie enthalten 9,80 % Zucker und 1 % Stärke (88).

Daucus carota, gemeine Möhre. Europa; überall kultiviert. Die spindelförmigen, durch die Kultur verdickten Wurzeln, die als Mohrrüben, Karotten, gelbe Rüben oder Wurzeln altbekannt sind, dienen als

Gemüse oder in feldmäßigem Anbau als Viehfutter. Sie spielen eine Rolle in der Volksheilkunde und werden geröstet als Kaffeeersatz verwandt. In frischem Zustande enthalten sie 4—12 % Zucker und zwar Glukose, Invertzucker und Rohrzucker in wechselnder Menge, ferner Inosit und Mannit; in der Trockensubstanz wurden 13—45 % Invertzucker und bis 36 % Rohrzucker gefunden. Aus 6 kg frischen Mohrrüben erhielt E. Bussolt 23,50 gr reinen Mannit und 2,80 gr Glukose (89).

Cornaceae.

Cornus mas, gemeine Kornelkirsche, auch gelber Hornstrauch, Dürlitze, Herlitze genannt. Europa, altbekannt. Die glänzend kirschroten Steinfrüchte dienen in Südeuropa als Obst, werden von Rußland als Konservenfrüchte in den Handel gebracht und in der Türkei zur Herstellung einer als Scherbet bezeichneten Limonade verwendet. Sie enthalten 8—9 % Gesamtzucker und zwar etwa 4 % Glukose und 4,46—4,72 % d-Fruktose, ferner etwa 2,85 % freie Säure (= Apfelsäure) u. a. (90).

β) Metachlamydeae oder Sympetalae.

Ericaceae.

Arbutus unedo, Sandbeere. Süd- und Mitteleuropa altbekannt. Die als Sandbeeren bezeichneten kugeligen Früchte der immergrünen Gewächse ähneln den Erdbeeren, besitzen aber einen faden Geschmack und werden deshalb nur zur Herstellung eines weinartigen Getränkes sowie von Trinkbranntwein benutzt. Sie enthalten 10,31 % Invertzucker, nach Mohorčič (91) 17,02 % Gesamtzucker (als Invertzucker) und zwar hauptsächlich d-Fruktose neben wenig Glukose.

Vaccinium myrtillus, gemeine Heidelbeere, auch Blaubeere oder Bickbeere genannt. Nördliche gemäßigte und kalte Zone; altbekannt. Die schwarzen, selten roten oder grünlich-weißen Beeren finden mannigfache Verwendung, vor allem auch zur Herstellung von Heidelbeerwein und Branntwein.

Sie enthalten in reifem Zustande 5—6 % Invertzucker neben geringen Mengen Rohrzucker, im Mittel 2,30% Glukose, 3,27 % d-Fruktose und 0,22 % Rohrzucker, ferner 1,01 % freie Säure (= Apfelsäure) u. a. Die getrockneten Beeren dienen als Mittel gegen Durchfall und enthalten 20,13% Invertzucker (92).

Vaccinium vitis idaea, Preißelbeere, auch Kronsbeere oder Steinbeere genannt. Nördliche gemäßigte und kalte Zone, altbekannt. Die roten, selten weißen Beeren sind herb sauer und werden meist zu Kompott zubereitet. Sie dienen zur Herstellung eines als Steinbeerwasser bezeichneten Branntweins. In den reifen Beeren finden sich im Mittel 3,91 % Glukose, 4,86 % d-Fruktose und 0,53 % Rohrzucker; ferner 1,98 % Apfelsäure u. a. (93).

Sapotaceae.

Illipe latifolia, Mahwa- oder Mowrabaum. Nur in Zentralindien. Die zahlreichen, weißen, schön duftenden Blüten besitzen fleischige Blumenblätter. Diese fallen nachts ab und werden eingesammelt. Sie schmecken sehr süß, rosinenartig und dienen als Nahrungsmittel sowie zur Herstellung von Spiritus. Es sind 40 bis 45 % Invertzucker und 5—17 % Rohrzucker in ihnen enthalten, nach O. Reinke insgesamt 50,52 % stickstofffreie Extraktstoffe, darunter 0,30 % Glukose (94).

Achras sapota, Sapota- oder Sapotillbaum. Westindien, Brasilien. Die grauen, grünen oder orangefarbenen Früchte sind in Größe und Form sehr verschieden und werden als Sapotillapflaumen, Breiäpfel oder Chicle-Sapoten bezeichnet. Ihr Geschmack ist dem der Mispeln ähnlich, weshalb sie auch Nispero genannt werden. Sie enthalten im Fruchtfleisch 14 % Gesamtzucker und zwar 3,70 % Glukose, 3,40 % d-Fruktose und 7,02 % Rohrzucker, nach neueren Angaben 10.87 % Glukose und 4,60 % Rohrzucker (95).

Ebenaceae.

Diospyros lotus, Lotospflaume. Mittelmeerländer, China. Die kirschgroßen, kugeligen, schwarzblauen, süßschmeckenden Früchte dienen als Obst besonders in Süditalien sowie zur Herstellung von Sirup und Wein. Sie enthalten ungefähr 11,25 % Invertzucker (96).

Diospyros kaki, Kakipflaume, chinesische Dattelpflaume. Japan, China, Kalifornien; kultiviert. Die orangeroten oder goldgelben, tomatenähnlichen Früchte werden erst schmackhaft, wenn sie weich, überreif geworden sind. Sie dienen als Obst sowie zur Herstellung von Mus und enthalten je nach dem Reifegrad 5,70 bis 15,86 % Invertzucker (97), nach W. G. Boorsma 16,70 % Glukose.

Diospyros virginiana, virginische Dattelpflaume, Nordamerika, und die *D. philippensis,* Philippinen. Sie besitzen große, rote, wohlschmeckende Früchte, die etwa 15,40 % Invertzucker enthalten (98).

Oleaceae.

Fraxinus ornus, Manna-Esche. Südeuropa, vorderes Asien; liefert Manna (siehe unter Manna C, I, 2).

Loganiaceae.

Strychnos potatorum. Ostindien. Die Samen werden sowohl medizinisch verwendet wie auch ihres Schleimgehaltes wegen zum Klären von Wasser benutzt. Sie enthalten 1—2 % Rohrzucker und keine Alkaloide. Das sie umhüllende Fruchtmus wird gegessen (99).

Labiatae.

Stachys Sieboldii (*tuberifera, affinis*). Japan; kultiviert. Die spindelförmigen Knollen, die als Japanknollen bezeichnet werden, sind wohlschmeckend, dienen als Gemüse und sind ihrer leichten Verdaulichkeit wegen vor allem für Magenleidende und Kranke geeignet. Sie werden in Frankreich angebaut als »Crosnes du Japon« und in den Handel gebracht. In frischem Zustande enthalten sie 14 % Stachyose und in der Trockensubstanz 60—70 % dieses Zuckers (100).

Solanum Lycopersicum (*Lycopersicum esculentum*), Tomate, Liebes- oder Paradiesapfel. Südamerika; vielfach kultiviert.

Die kirschgroßen, kugeligen, roten Tomaten gewinnen durch die Kultur ein verändertes Aussehen. Sie nehmen häufig eine gelbe Farbe an, platten sich ab und werden unregelmäßig längsfurchig oder gelappt. Die Tomaten sind sehr bekömmlich und finden mannigfache Verwendung als Nahrungsmittel. Sie enthalten 1,30 bis 5 % Gesamtzucker und zwar 1,12 % Glukose, 1,12 % d-Fruktose und 1,70 % Rohrzucker (101).

Verbascum tapsiforme und *V. plomoides,* Königskerze, Wollblume. Mittel- und Südeuropa, Nordafrika, Abessynien; auch angebaut. Die Blumenkronen samt den ansitzenden Staubfäden der blütenübersäten, langen Infloreszenz werden eingesammelt, getrocknet und sind als *Flores Verbasci* offizinell. Sie finden als Volksheilmittel Verwendung besonders gegen Husten und enthalten etwa 10,50 % Invertzucker sowie geringe Mengen Rohrzucker (102).

Myoporaceae.

Myoporum platycarpum. Australien. Liefert das australische Manna (siehe unter Manna C, I, 2).

Cucurbitaceae.

Cucumis sativus, echte Gurke. Ostindien, fast überall kultiviert. Die Kultur der Gurke ist schon sehr alt; sie wird ihrer späteren Verwendung entsprechend in den mannigfachsten Formen gezogen, deren längliche Früchte — Gurken — sehr verschieden groß sind. Die sogenannten Sauergurken entstehen durch milchsaure Gärung. Die Gurken enthalten bis 0,98% Glukose und 0,03—0,14% Rohrzucker (104).

Cucumis melo, Melone. Tropen der Alten Welt; häufig kultiviert in zahlreichen Varietäten. Die einzelnen Sorten der Melonen besitzen Früchte, die im Gegensatz zu den Gurken rundlich und glatt sind, aber nach Aussehen, Aroma, Geschmack und Form sehr verschiedenartig sind. Sie enthalten 1,14—2,60 % Glukose; nach anderen Angaben finden sich im Saft der Früchte 3,75 % Glukose und 5,34 % Rohrzucker (105).

Citrullus vulgaris, Wassermelone, Arbuse. Südasien; vielfach kultiviert (Westindien, Amerika, Afrika, Südeuropa). Die hellgelben, saftigen Früchte der nicht bitteren Formen bilden in vielen Gegenden Afrikas die Hauptnahrung der Eingeborenen während der Trockenzeit, der Saft dient gleichzeitig als Ersatz für Wasser. Im Saft der Frucht sind etwa 8 % Gesamtzucker enthalten, und zwar hauptsächlich Invertzucker und Rohrzucker;

der Gehalt an Zucker schwankt jedoch und ist wahrscheinlich vom Reifestadium abhängig. Nach W. G. Boorsma finden sich in den Früchten 3,39 % Glukose und 1,15 % Rohrzucker (103).

Lagenaria vulgaris, Flaschenkürbis, Lagenarie. Die birnförmigen oder zylindrischen Früchte nehmen durch die Kultur vielfach eine flaschenartige Form an. Die jungen Früchte verschiedener Sorten werden gegessen, aus den ausgehöhlten Früchten werden Kalebassen, Näpfe und andere Gefäße hergestellt. Die Früchte enthalten etwa 6 % Zucker (106).

Cucurbita Pepo, gemeiner oder Gartenkürbis. Heimat wahrscheinlich Orient; dort bereits im Altertum kultiviert. Durch die Kultur weit verbreitet (Südasien, Afrika, Amerika, Europa). Die Kürbisse sind von sehr verschiedener Gestalt und Größe und erreichen oft Zentnerschwere. Sie enthalten im Mittel 1,34 % Zucker oder nach anderen Angaben (A. Zaitschek, Landw. Jahrbücher 1906, **35**, 246) im Saft je nach der Sorte 4—8% Zucker, und zwar hauptsächlich Glukose und Rohrzucker in wechselndem Verhältnis (107).

Compositae.

a) Unterfamilie der Tubuliflorae.

Inula helenium, echter Alant. Mitteleuropa, Asien; vielfach angebaut. Die dicken Wurzelstöcke werden gegessen und als Volksheilmittel benutzt. Rhizome und Wurzeln enthalten im Herbst bis 44 % Inulin und dessen Begleitstoffe (108).

Helianthus tuberosus, Topinambur. Nordamerika, Frankreich, Deutschland (siehe unter Topinambur C, IV, 2b).

Dahlia variabilis, Georgine. Mexiko; kultiviert, Zierpflanze. Die Knollen der Dahlien sind wichtig, weil sie industrielle Verwendung finden zur Herstellung von Inulin und Phytin. Die frischen Knollen enthalten 27 % Zucker und 10,33 % Inulin; in der Trockensubstanz sind 4,42 % stickstoffreie Substanz (109) sowie 61,95 % Inulin und dessen Begleitstoffe vorhanden. Einen wichtigen Bestandteil der stickstoffreien Substanz bildet das Phytin, das ein Kalzium-Magnesiumsalz der Inosit-Phosphorsäure (110) darstellt. Ferner finden sich in den Knollen Enzyme, Zitronen-, Apfelsäure usw. (111).

Arctium majus, Klette. Europa, Asien. Die Wurzeln dieser Pflanze sowie aller verwandten Arten werden in Deutschland als Volksheilmittel (*Radix Bardanae,* Klettenwurzel) gebraucht, in Amerika und England finden sie medizinische Anwendung und in Japan dienen die frischen Wurzeln als Gemüse. Die getrockneten Wurzeln gelten als harn- und schweißtreibend sowie als Blutreinigungsmittel. Sie enthalten bis 45 % Inulin sowie Zucker, Schleimsubstanzen u. a.

Cynara scolymus, echte Artischocke, Mittelmeergebiet. An den mächtigen, über faustgroßen, blauen Blütenköpfen sitzen Hüllblätter, deren Innenseite am unteren Teile fleischig ist. Diese werden zusammen mit den unentwickelten Blütenköpfen als Delikatesse genossen und waren schon den alten Ägyptern bekannt. Sie enthalten in frischem Zustande 0,70 % reduz. Zucker, 12,05 % Rohrzucker. In der Trockensubstanz wurden 3,43 % reduz. Zucker, 59,04 % Rohrzucker und 9,41 % Inulin festgestellt. R. Okey und A. W. Williams fanden jedoch nur 6,8 % Kohlenhydrate (111), 1,92 % Inulin, die Enzyme Inulase, Invertase sowie Labenzym (in den Blütenblättern) u. a.

b) Liguliflorae.

Taraxacum officinale, Kuhblume, Löwenzahn. Nördliche Halbkugel, altbekannt. Diese Pflanze, die eine der bekanntesten und verbreitetsten Kompositen Deutschlands ist, wird im Frühjahr eingesammelt, bevor die Blütenstandsknospen sich zur Blüte entfalten. Sie ist im getrockneten Zustande als *Radix Taraxaci cum Herba* offizinell und wird als Kaffeeersatzmittel verwandt. Kraut und Blüten enthalten Inosit: ersteres auch reduz. Zucker in geringen Mengen. In der Wurzel sind im Frühjahr 17 % kristallisierbarer Zucker (112), 1,75 % Inulin und 18,70 % Begleitstoffe des Inulins vorhanden. Im Herbst dagegen steigt der Inulingehalt bis auf etwa 24% und der Extraktgehalt beträgt 48,30 % (112).

Cichorium intybus, gemeine Wegwarte, Zichorie. Europa, Persien; kultiviert (siehe unter Zichorienwurzel C, IV, 2a).

Cichorium endivia, Endivie. Orient; kultiviert. Die krausblättrigen Formen der Endivie dienen als Salatpflanzen. Das

Kraut war als Endiviensalat schon im alten Ägypten bekannt; es enthält 0,70 bis 0,80 % Zucker und 1,38 % Ges.-Kohlenhydrate (113).

b) Monokotyledonen.

Gramineae.

Zea Mays, Mais; uralte Kulturpflanze, überall kultiviert, in Mexiko wild. In Mexiko werden nicht nur die Früchte ihres Stärkegehaltes wegen als Nahrungsmittel gebraucht, es wird auch aus dem Stengelsaft durch Gärung ein alkoholisches Getränk, eine Art Pulque hergestellt. Der Saft jüngerer Pflanzen enthält Invertzucker, ist linksdrehend, geht aber später in Rohrzucker über und wird rechtsdrehend. Der rohrzuckerhaltige Saft (7—9 %) wird aus den Stengeln zur Zeit der Entstehung des männlichen Blütenstandes gewonnen, eingedickt und im Haushalt als Zucker benutzt (114).

Andropogon var. saccharatus, Zuckerhirse. Nordamerika, China (siehe unter Sorghum C, III, 1a).

Saccharum officinarum, echtes Zuckerrohr; kultiviert besonders auf Kuba, in Britisch-Indien und auf Java (siehe unter Zuckerrohr C, III, 1b).

Panicum stagninum. Mittleres Afrika. Dieses Gras wird in Afrika sowohl zur Zucker- wie zur Alkoholgewinnung angebaut. Der aus dem Gras hergestellte wässrige Auszug enthält 10 % Rohrzucker und 7 % reduz. Zucker (115).

Lolium multiflorum, italienisches Raygras. Das als Viehfutter angebaute Gras enthält Rohrzucker und eine als Secalose bezeichnete höhere Polyose, die dem Inulin nahesteht (116).

Palmae.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme. Nördliches Afrika, südwestliches Asien, sowie *Ph. silvestris,* Walddattelpalme, Indien (siehe Datteln C, II, 3).

Zalacca edulis, eßbare Salakpalme. Malakka, Java usw. Die schwer verdauliche, unangenehm riechende Frucht dient als Nahrungsmittel der Eingeborenen. Sie enthält im Fruchtfleisch 8,07 % Rohrzucker und 2,40 % Dextrine (117).

Raphia vinifera, Bambu- oder Weinpalme. Brasilien, Westafrika. Aus dem zuckerreichen Saft des Stammes, der durch Anschneiden des Blütenschaftes oder der Stammspitze erhalten wird, gewinnt man durch Gärung Palmwein oder Toddy (118).

Raphia pedunculata, ostafrikanische Weinpalme. Madagaskar. Liefert ebenfalls Palmwein.

Arenga saccharifera, Zuckerpalme. Südostasien (siehe unter Palmzucker, C, III, 2 b).

Acrocomia vinifera, Muritipalme. Süd- und Zentralamerika,

Attalea Cohune, Cohunepalme. Britisch-Honduras, und

Borassus flabelliformis, Ostindien, Ceylon. Der Saft des Stammes dieser Palmen liefert Rohrzucker und Palmwein.

Cocos nucifera, Kokospalme. Tropisches Amerika (siehe unter Palmzucker, C, III, 2 b).

Bromeliaceae.

Ananas sativus, Ananas. Heimisch in Zentral- und Südamerika, Westindien; vielfach kultiviert; im tropischen Asien und Afrika verwildert. Die Ananas ist eine der wichtigsten Obstarten. Die großen zapfenartigen, durchwachsenen Sammelfrüchte, als Ananas bezeichnet, bilden einen großen Handelsartikel. Sie enthalten im Fruchtfleisch 10—15 % Gesamtzucker, der zur Reifezeit nur aus Rohrzucker besteht (119), ferner freie Säure, Labenzym und ein tryptisches Enzym u. a. Die Schale enthält 4,7 % Rohrzucker. L. S. Munson und L. M. Tolman fanden im Mittel 3,91 % reduz. Zucker, 7,59 % Rohrzucker und 0,603 % Säuren (als Schwefelsäure berechnet) (119).

Liliaceae.

Asphodelus fistulosus, Röhren-Affodill. Mittelmeergebiet,

Asphodelus albus, weißer Affodill. Südeuropa, und

A. Kotschyana, Vorderasien (Kurdistan). Die knolligen Wurzelstöcke dieser Pflanzen dienen als Nahrungsmittel, sowie häufig zur Herstellung von Alkohol. Sie sind reich an Rohrzucker, Stärke, Dextrinen und Schleimstoffen, werden vielfach auch zur Herstellung von Klebstoff verwandt (120).

Agave atrovirens, Mexiko; im großen kultiviert. Der süße, milchige Saft dieser

Pflanze, sowie einiger verwandter Arten, der als »aqua miel« oder Honigwasser bezeichnet wird, liefert nach der Gärung das Nationalgetränk der Mexikaner, Pulque. Er enthält 9,5—12% Zucker, hauptsächlich Rohrzucker (121).

Agave tequilina, Tequila-Agave, Mexiko; im großen kultiviert. Aus den zerkleinerten, zermahlenen Stengelknollen (Strünken) wird nach der Gärung durch Destillation ein ebenfalls sehr beliebtes mexikanisches Getränk, der Mezcal, Vino mezcal oder Aguardiente de mezcal gewonnen.

Agave americana, Südamerika; überall verbreitet. Die oberirdischen Sproß- und Blütenorgane dieser Pflanze, die sogenannten Köpfe, liefern, vor dem Blühen eingesammelt, in geröstetem Zustande ein sehr süßes Gemüse. Sie enthalten 9,20 % Rohrzucker und 24,80 % d-Fruktose.

Die Blätter dieser Pflanze, sowie die vieler Agavenarten, werden als Viehfutter verwandt.

C. Besonderer Teil.

I. Zuckerhaltige Ausschwitzungen.

Nektar und Honigtau. Die zuckerhaltigen Ausschwitzungen der Pflanzen lassen sich je nach ihrer Entstehung in zwei Gruppen zerlegen. Die erste Gruppe umfaßt die physiologischerweise entstehenden Sekrete der Nektarien, die als Nektar bezeichnet werden, und die zweite Gruppe die durch pathologische Vorgänge austretenden Sekrete, die meist unter dem Namen Honigtau zusammengefaßt werden.

Zur ersten Gruppe zählen vor allem die Nektarien der Blüten der Angiospermen. Diese finden sich meist in Form von wulstigen Verdickungen der Blütenachse innerhalb der Blüte und werden als Diskus bezeichnet, auch wenn sie nicht scheibenförmig sind. In selteneren Fällen sind die Nektarien als Drüsenhaare vorhanden. Aus dem fleischigen Drüsengewebe wird gewöhnlich ein zuckerhaltiger Saft, der Nektar, abgesondert, der zur Anlockung von Insekten dient, die die Bestäubung vermitteln.

Die Ausscheidung des Nektars beruht auf osmotischen Vorgängen. Die Bildung des Zuckersaftes im Drüsengewebe ist jedoch noch nicht aufgeklärt. Sie erfolgt wahrscheinlich durch direkten Zuckertransport aus dem chlorophyllführenden Assimilationsgewebe oder vielleicht durch Umwandlung der in den Blumenblättern enthaltenen Stärke.

Als Sekretionsprodukte finden sich meist Rohrzucker und Invertzucker neben Glukose.

Außer diesen innerhalb der Blüten befindlichen nuptialen Nektarien kommen auch solche auf anderen Pflanzenorganen, wie z. B. auf Blättern, vor. Sie werden dann extranuptial oder extrafloral genannt. Ihre Entstehung erfolgt aus der Epidermis; es findet sich bei ihnen jedoch kein typisches Drüsengewebe. Über die Bildung und Absonderung des Nektars in diesen Nektarien ist noch nichts bekannt, sie dienen wahrscheinlich auch der Anlockung von Insekten (Blätter von Viciaarten). Solche Nektarien finden sich bei den Familien der Compositae, der Cactaceae u. a. m.

Bei der zweiten Gruppe, der durch pathologische Vorgänge hervorgerufenen Ausscheidung von Sekreten, erfolgt der Austritt des Zuckersaftes meist unter der Mitwirkung von Blattläusen und Insekten. Diese stechen die Pflanzengewebe, vor allem die Blätter, an und scheiden dann den Zuckersaft wahrscheinlich als Stoffwechselprodukt aus. Dieser Saft, der Honigtau genannt wird, kann aber auch spontan austreten, unabhängig von den Insekten. Er bildet sich besonders bei trockenem, warmem Wetter und kühlen Nächten, vor allem in den Tropen. Die Sekretabsonderung ist dort zuweilen so stark, daß der Saft auf den Boden tropft (Regenbäume).

Honigtau findet sich z. B. auf den Blättern der Linde, des Ahorns, sowie auch auf den Nadeln von Pinusarten, bei *Larix occidentalis* u. a. Er dient dann oft dem als Rußtau bezeichneten Pilz (*Apiosporium*), der die schwarzen Überzüge auf den Blättern vieler Bäume hervorruft, zur Nahrung. Ferner sind die zahlreichen als Manna bezeichneten Ausschwitzungen als Honigtau anzusehen.

Die in den genannten Sekreten enthaltenen Zucker sind sehr verschiedener Natur. Es finden sich Glukose, Invertzucker,

Rohrzucker, Trehalose, Raffinose und Melicitose sowie Mannit und Pinit.

1. **Nektar, Honig.** Die große Bedeutung der zuckerhaltige Sekrete absondernden Nektarien liegt darin, daß die Biene (Apis mellifica) aus dem Nektar der Blüten, zuweilen aber auch aus dem Honigtau, den Honig erzeugt.

Die Biene sucht die Nektarien vieler Pflanzen auf und saugt den Nektar mit ihrer rüsselförmigen Unterlippe aus deren Drüsen. In ihrem als Honigmagen bezeichneten Vormagen wird der Saft durch Ptyalin, das Sekret der Speicheldrüse, invertiert und sodann als Honig in die vorgebildeten Waben entleert, wo er zur Ernährung der jungen Brut und als Wintervorrat aufgespeichert wird. Bei dem Besuch der Nektarien bedeckt sich der behaarte Körper der Bienen mit Blütenstaub; der Pollen der Antheren heftet sich an den als Bürstchen und Körbchen bezeichneten Organen fest. Der Pollen kommt zum Teil bei der Entleerung aus dem Bienenkörper mit in den Honig der Waben. Die Bienen müssen 5 600 000 Kleeblüten besuchen, um ein Kilo Honig zu erzeugen, bei anderen Pflanzen genügt jedoch meist der Besuch von 100 000 bis 2 000 000 Blüten.

Der Zuckergehalt des von den Bienen eingesammelten Nektars ist sehr verschieden. Er beträgt nur etwa 0,1—9,9 mg Glukose und bis 5,9 mg Rohrzucker.

Der Honigtau dagegen ist reich an Rohrzucker, enthält aber auch große Mengen der früher als Dextrine bezeichneten Abbauprodukte der Stärke. Der auf Ahornblättern erzeugte Honigtau besteht z. B. aus 19,7 % Invertzucker, 9,7 % Rohrzucker und 40,1 % Dextrinen, auf wasserfreie Substanz bezogen. Infolgedessen haben die aus diesem Sekret erzeugten Honigsorten (Honigtauhonig von Blättern, und Koniferenhonig) einen größeren Gehalt an Rohrzucker und Dextrinen, als die aus den Nektariensäften gewonnenen Honigsorten. Während die letzteren optisch linksdrehend sind, sind die ersteren rechtsdrehend und als Nahrungsmittel minderwertig.

Die Waben, in denen die Bienen den Honig aufspeichern, sind meist bewegliche Kunstwaben (Mobilbau). Sie können aber auch unbeweglich sein (Stabilbau). Der Honig wird aus ihnen auf verschiedenste Art und Weise gewonnen und von Verunreinigungen (Wachs u. a.) durch Abseihen, Filtrieren und auch Schleudern nach kurzem Erwärmen befreit.

Die in den Handel gebrachten Honigsorten unterscheidet man:

1. nach Art der Gewinnung,
2. nach den hauptsächlich von den Bienen besuchten Pflanzen,
3. nach der Jahreszeit, in der der Honig erzeugt wurde, und
4. nach dem Lande, in dem er gewonnen wurde,
5. seien noch einige besondere Honigsorten erwähnt.

Zu 1. Bezeichnung des Honigs nach der Gewinnungsart:

a) Waben- oder Scheibenhonig ist der noch in den unbebrüteten Waben befindliche Honig.

b) Tropfhonig ist der aus den Waben von selbst ohne Hilfsmittel ausfließende Honig, der auch Laufhonig, Senkhonig oder Leckhonig genannt wird.

c) Schleuderhonig ist der aus den Waben mittels Schleudervorrichtungen gewonnene Honig.

d) Preßhonig ist der durch Auspressen der Waben bei gewöhnlicher Temperatur gewonnene Honig.

e) Schmelzhonig oder Seimhonig ist der durch Auspressung der erwärmten Waben gewonnene Honig.

f) Rohhonig oder Stampfhonig ist der durch Einstampfen der honighaltenden Waben gewonnene Honig. Er wird auch Rauchhonig oder Werkhonig genannt.

Zu 2. Bezeichnung des Honigs nach den Pflanzen:

a) Linden-, Akazien-, Esparsette-, Heidehonig usw. sind Nektarhonige und werden deshalb allgemein als Blütenhonige bezeichnet.

b) Als Honigtauhonig ist vor allem Koniferenhonig zu erwähnen.

Zu 3. Bezeichnung des Honigs nach der Jahreszeit:

a) Frühjahrshonig wird von den Bienen hauptsächlich gesammelt aus den Blüten von Raps, Obstbäumen usw.,

b) Frühsommerhonig aus den Blüten von Klee, Hederich usw.

c) Hochsommerhonig aus den

Blüten von Linde, Kornblume, Wicke, Bohne usw.

d) Herbsthonig aus den Blüten von Buchweizen, Erika usw.

Am wertvollsten ist wahrscheinlich der Frühjahrshonig.

4. Bezeichnung des Honigs nach den Gewinnungsländern:

Man unterscheidet z. B. zwischen deutschem Honig, russischem, holländischem, schweizer, italienischem Honig usw., und ferner den aus den Überseeländern stammenden Honigsorten, wie z. B. aus Nordamerika, Mexiko, Südamerika, Kuba, Jamaica, den Sandwich-Inseln, Australien usw.

5. Besondere Honigsorten:

a) Zuckerfütterungshonig. Dieser wird von den Bienen dann gebildet, wenn sie am Ausfliegen gehindert werden und auf Rohrzuckerlösung als Futter angewiesen sind. Er ist minderwertig, da er eine konzentrierte Zuckerlösung darstellt, ohne das für den Honig charakteristische Aroma zu besitzen, ist also eine Nachahmung bzw. Verfälschung.

b) Eukalyptushonig, der durch eine besondere Bienenrasse aus Eukalyptusblättern erzeugt wird, sowie der von einer Art Moskitos in Äthiopien erzeugte Tagmahonig besitzen keinerlei Bedeutung.

c) Giftige Honige. Schon in alten Schriften (Xenophons Anabasis) sind giftige Honige erwähnt. Es handelt sich um Honige, die durch den Besuch von Pflanzen erzeugt wurden, die giftige Glukoside enthalten. In ihnen sollen Pollenkörner folgender Pflanzen gefunden worden sein: *Aconitum napellus, Andromeda Mariana, Calmia angustifolia* u. a. Die Existenz giftiger Honige ist sehr umstritten und noch keinesfalls geklärt.

Schädlinge der Bienenzucht sind die in den Bienenstöcken als Schmarotzer lebenden Larvenzustände von Meloearten, besonders von Meloe proscarabaeus, des gemeinen Maiwurms, sowie die roten Larven der Käfergattung Trichodes, besonders apiarius, die als Bienenwölfe bezeichnet werden, und vor allem die Raupen von Galleria mellionella, die leicht den Stock zum Eingehen bringen.

Schädlinge des Honigs sind die Milben, die meist durch Fliegen, an deren Beinen sie sich festsetzen, auf den Honig gelangen, wie z. B. Glycyphagus domesticus, Tyroglyphus longior u. a.

Der Honig ist eine klare, dickflüssige Masse von gelber bis gelbbräunlicher Farbe, die sich allmählich durch Ausscheidung von Traubenzucker (Glukose) trübt und schließlich fast gänzlich zu einer kristallinischen Masse erstarrt. Die Farbe und vor allem das Aroma sind abhängig von den Pflanzen, aus denen die Bienen den Honig sammelten, und von der Gewinnungsweise des Honigs. Im allgemeinen sind die Blütenhonige, besonders die Frühlingshonige, heller als die Honigtauhonige. Geruch und Geschmack der Überseehonige sind oft wenig angenehm und unrein. Guter Honig ist haltbar (Gehalt an Ameisensäure?).

Das spez. Gewicht des Honigs ist im Durchschnitt etwa 1,42. Eine Lösung 1 : 2 soll ein spez. Gewicht von wenigstens 1,20 aufweisen.

Blütenhonige drehen in einer Lösung (1 : 10) im 200 mm-Rohr die Polarisationsebene im Mittel um —1,99° vor der Inversion und um —2,31° nach der Inversion; Koniferenhonige etwa um +2,32° vor der Inversion und um +1,17° nach der Inversion (Rechtsdrehung infolge des Gehaltes an Dextrinen).

Der Honig ist im wesentlichen eine konzentrierte Zuckerlösung. Blütenhonig enthält 68,00—81,00 % Invertzucker, im Durchschnitt 72,90 %, in Honigtauhonigen ist der Gehalt etwas geringer. Der Invertzucker besteht nach Sieben aus 34,70 % Glukose und 39,20 % d-Fruktose. In deutschen Blütenhonigen schwankt der Gehalt an Glukose zwischen 22,23 und 41,71 %, im Mittel 36,20 % und an d-Fruktose zwischen 33,92 und 46,89 %, im Mittel beträgt er 37,11%. Es überwiegt also der Gehalt an d-Fruktose. In amerikanischen Honigen fand Brown im Mittel 34,02% Glukose und 40,50% d-Fruktose, jedoch überwog zuweilen auch der Gehalt an Glukose, wie z. B. im Ackerminzenhonig, der 40,90% Glukose und nur 23,35% d-Fruktose enthielt.

Der Gehalt an Rohrzucker wurde in deutschen Blütenhonigen auf 0—8,22 % festgestellt, meist etwa 2,64 %. Jedoch wurde auch in einzelnen Honigsorten ein höherer Gehalt an Rohrzucker gefunden,

wie z. B. in spanischem Rosmarinhonig 15,40 % und in spanischem Orangenblütenhonig 12,12 %. Im Mittel enthalten die Blütenhonige aller Länder aber etwa 1,17 % Rohrzucker. Die Honigtauhonige besitzen meist einen größeren Gehalt an Rohrzucker, und zwar 0,72—18,40 %, im Mittel etwa 9,75 %.

Der Gehalt an höheren Polyosen, vor allem Dextrinen, schwankt bei Blütenhonigen etwa zwischen 0,99 und 9,70 %, in deutschem Honig beträgt er ungefähr 3.89 %, in ausländischem Honig im Mittel etwa 4,73 %. Honigtauhonige enthalten bis 16,62 % und mehr an höheren Polyosen, im Mittel etwa 11,96 %.

Ferner finden sich im Honig noch Apfelsäure, Milchsäure, vermutlich geringe Mengen von Ameisensäure, Fermente, aromatische Stoffe, Farbstoffe und stoffliche Beimengungen, vor allem Pollenkörner und Teile von Organen der Bienen. Der Gehalt des Honigs an Wasser beträgt 15—25 %, normalerweise 17—20 %.

Bei nicht sorgfältiger Gewinnungsweise erhält der Honig eine schmutzige Farbe, sowie einen schlechten Geruch und Geschmack, dies ist häufig beim Auslandshonig festzustellen. Die richtige Ausführung des Gewinnungsprozesses ist weiter deshalb von großem Einfluß auf die Beschaffenheit des Honigs, weil beim Erwärmen auf zu hohe Temperaturen leicht Zersetzungsprodukte des Zuckers auftreten und weil bei zu starkem Auspressen des noch unreinen Honigs große Mengen der stofflichen Beimengungen mit in den gereinigten Honig hineingeraten.

An Verfälschungen kommen vor allem in Frage Stärkezucker und Stärkesirup, sowie Rohr- oder Rübenzucker, Invertzucker, Melasse, Saccharin, Farbstoffe, aromatische Stoffe und Wasser.

Die Prüfung erstreckt sich auf Feststellung des Gehaltes an Wasser, Invertzucker, Rohrzucker, Säure und Asche. Ferner wird der Honig durch Gärproben (oder Alkohol) auf das Vorhandensein von Stärkezucker, Stärkesirup und Dextrinen geprüft. Festgestellt wird weiter das optische Drehungsvermögen vor und nach der Inversion. Eine mikroskopische Prüfung des Sedimentes von verdünntem Honig im Sedimentierzylinder muß die Abwesenheit von Organteilen der Biene oder Bienenbrut sowie von Stärke oder Mineralsubstanzen ergeben.

Der Honig ist der erste Süßstoff, der von den Menschen verwandt wurde. Er dient sowohl als Genuß- und Nahrungsmittel, wie auch als Arzneimittel und findet in großen Mengen Verwendung bei der Lebkuchenfabrikation. Als Arzneimittel wurde er schon von den alten Ägyptern gebraucht und gilt noch jetzt als leichtes Abführmittel. Bei der Herstellung von Arzneien wird er als Geschmackskorrigens verwandt. In alter Zeit diente er besonders zur Gewinnung von Met, der durch Gärung aus stark verdünntem Honig bereitet wurde. Der Met war ein besonders bei den im heutigen Norddeutschland seßhaften Indogermanen beliebtes Festgetränk und wurde später Nationalgetränk der Deutschen.

Die Erzeugung von Honig beträgt in ganz Europa etwa 80 000 t jährlich. Davon entfallen auf Deutschland (vor allem Holstein) 20 000 t, Spanien 19 000 t, das alte Österreich-Ungarn 18 000 t, Frankreich (vor allem Narbonne) 10 000 t. Auch in England, Holland, Belgien, Polen, Italien und Griechenland wird Honig in größeren Mengen gewonnen. Die überseeischen Länder wie Nordamerika, Mexiko, Südamerika, die Sandwich-Inseln, Kuba, Jamaika und Australien liefern ebenfalls viel Honig.

2. **Honigtau.** Von den unter dem Namen Honigtau zusammengefaßten Sekreten haben nur die als Manna bezeichneten Ausschwitzungen größere Bedeutung, da sie wertvolle Nahrungsmittel sind und häufig auch als leichte Abführmittel dienen.

Die einzelnen Mannaarten werden hauptsächlich nach den Pflanzen, auf denen sie auftreten und den Ländern, aus denen sie stammen, bezeichnet.

Man kann sie nach den Zuckern, die sie als wesentlichen Bestandteil enthalten, in folgende Gruppen einteilen:

a) Mannaarten, die Hexobiosen enthalten,
b) solche, die Hexotriosen enthalten,
c) solche, die Mannit enthalten,
d) solche, die Dulcit enthalten,
e) solche, die Pinit enthalten,
f) solche, die höhere Polyosen enthalten wie Stärke, Inulin und Hemizellulosen.

a) Hexobiosen enthaltende Mannaarten.

α) Rohrzuckerhaltige Mannaarten:

Alhagi-Manna, auch als Terendschabin bezeichnet, dient als Nahrungsmittel und häufig auch als leichtes Abführmittel. Diese Mannaart kommt vor allem auf *Alhagi maurorum,* einer zur Familie der Leguminosen gehörigen Pflanze vor. Ihre Heimat ist Persien, sie findet sich aber bis Nordafrika verbreitet vor allem am Wüstenrande, ebenso wie die andere in Frage kommende Varietät, *Al. camelorum,* deren Verbreitung sich von Südrußland bis Indien erstreckt.

Auf den kleinen einfachen Blättern der reichverzweigten dornigen Sträucher schwitzt in heißen Monaten der Honigtau als ein süßes Sekret aus, das zu rotbraunen Körnern erstarrt. Diese werden oft mit Früchten oder Stielen vermischt in den Handel gebracht.

Alhagi-Manna enthält 35,5 % Rohrzucker, Melicitose und 14,7% Dextrine und Schleimsubstanzen, nach neueren Untersuchungen 42% Rohrzucker, 20,3% Schleimsubstanzen und keine Melicitose (123).

Tabaschir ist eine Ausschwitzung an der Oberfläche der Halme von *Bambusa stricta,* die zur Familie der Gramineae gehört. Sie enthält nur geringe Mengen Zucker und bildete im 12. Jahrhundert einen Handelsartikel an der Westküste Indiens (124).

Kalifornisches Manna. Als kalifornisches Manna sind zwei verschiedene Mannaarten bekannt, und zwar ein Exsudat von *Phragmites communis,* sowie das bei Stammverletzung von *Pinus Lambertiana* austretende Sekret. Beide Mannaarten werden in Kalifornien von den Indianern gesammelt und dienen ihnen als Nahrungsmittel. Die letztgenannte Mannaart wurde früher als Zuckerersatz verwandt.

Phragmites communis, das Schilfrohr, gehört zur Familie der Gramineae und ist über die ganze Erde verbreitet. Es bildet auf feuchtem Untergrund, an stehenden oder langsam fließenden Gewässern oft als Röhricht bezeichnete Dickichte.

Aus dem kalifornischen Schilfrohr tritt wahrscheinlich infolge Insektenstich (durch Aphiden) ein süßes, zuckerhaltiges Sekret aus, dessen chemische Zusammensetzung aber nicht näher bekannt ist. Es wird von den Indianern als Manna bezeichnet und eingesammelt (125).

Pinus Lambertiana, die Zuckerkiefer, die zu den höchsten Kiefern der Welt zählt (bis 100 m hoch), findet sich vor allem im Westen von Nordamerika.

Nach Verletzungen des Stammes, die von den Indianern meist durch Anbrennen der Bäume hervorgerufen werden, schwitzt ein süßes Sekret aus, das an der Luft erhärtet und ebenfalls Manna genannt wird. Diese Mannaart ist reich an Pinit, die nähere chemische Zusammensetzung ist jedoch nicht bekannt (126).

Auch einige andere Varietäten, wie *Pinus Bonapartea* Doeze und *P. contorta* Dougl. sollen Manna liefern.

Weidenmanna. Das Weidenmanna wird auch als »Bide Knecht« bezeichnet; es ist ein Sekret, das im Spätsommer in Persien aus den Blättern von *Salix fragilis,* einer zur Familie der Salicaceae gehörenden Pflanze austritt. Es enthält 17,50 % Glukose und 50,10 % Rohrzucker (127).

Eichenmanna. Das Eichenmanna, auch Gueze-elefi oder Himmelsüßigkeit genannt, ist ein in Persien wahrscheinlich durch Insektenstich hervorgerufenes Sekret der Blätter und Fruchtblätter zahlreicher Varietäten der Gattung Quercus, die zur Familie der Fagaceae gehört, besonders von *Quercus vallonea* und *Qu. persica.*

Dieses Manna wird mit den Blättern gesammelt und in den Handel gebracht. Es enthält 19,00 % Glukose, 52,20 % Rohrzucker und 10,30 % Schleimstoffe (Ebert). Nach Berthelot sind jedoch in dem von der Blattmasse befreiten Manna 61,00 % Rohrzucker enthalten, nach anderen Angaben aber 48,00 bzw. 90,00% nicht kristallisierender, rechtsdrehender Zucker (128).

Schîr-Khist oder »erhärtete Milch« ist eine in Persien und Indien für Manna allgemein gebräuchliche Bezeichnung, im besonderen wird darunter aber das von *Cotoneaster nummularia* und *Atraphaxis spinosa* stammende Manna verstanden, das als Husten- und Abführmittel gebraucht wird.

Cotoneaster nummularia, eine Zwergmispel, gehört zur Familie der Rosaceae und findet sich von Kleinasien bis zum Himalaja. Das von ihr gesammelte Manna wird vor allem in Persien und Indien viel verwandt. Es enthält nach Ebert 37,50 % Glukose, 12,90 % Rohrzucker und 24,20 % Schleimstoffe, nach Hooper jedoch 8,30 % Glukose, 4,10 % Rohrzucker und 50,00 % Chirkhestit ($C_6H_{14}O_6$, wahrscheinlich Sorbit) (129).

Atraphaxis spinosa (auch *cotoneaster*), Bocksknöterich, zur Familie der Polygonaceae gehörend, liefert eine Mannaart, die nach Ludwig 17,80 % linksdrehenden, nicht kristallisierenden Zucker, 22,50 % Stärke und 28,10 % Gummi enthält.

Tamarix-Manna oder Tamarisken-Manna wird in beschränkter Menge auf der Sinai-Halbinsel gesammelt. Sie dient als Nahrungsmittel und wird von den Mönchen des St. Katharinenklosters als biblische Reminiszenz an die Pilger verkauft. Die echte biblische Manna stammt jedoch wahrscheinlich von *Lecanora esculenta,* der Mannaflechte.

Die Tamarisken-Manna entsteht auf den jungen Zweigen von *Tamarix mannifera,* der Manna-Tamariske, die zur Familie der Tamaricaceae gehört und von Ägypten bis Afghanistan verbreitet ist. Nach dem Stich einer Gallmücke schwitzt aus den Zweigen ein süßer Saft aus, der die Eier des Insekts umhüllt und zu einer weißlichen Masse erstarrt. Diese Masse wird in den Monaten Juni und Juli vor Sonnenaufgang gesammelt, weil sie sonst durch die Sonnenwärme verflüssigt wird und in glänzenden Tropfen herabträufelt. Sie enthält 25,00 % d-Fruktose, 55,00 % Rohrzucker und 20,00 % Dextrin (Berthelot) (130).

β) Trehalosehaltige Mannaarten:

Trehala-Manna, auch als Trehala oder Tricala bezeichnet, besitzt keine große Bedeutung, ist aber lange bekannt und wird schon in der persischen Pharmacopoee (1681) beschrieben.

Diese Mannaart wird durch die Larven parasitischer Rüsselkäfer, Larinus species, auf Echinops-Arten, die zur Familie der Compositae gehören, erzeugt, vor allem auf *Echinops persicus,* die in den Steppen eines großen Teiles von Persien heimisch ist.

In den Stengeln und Blütenköpfen dieser Pflanzen bildet die Larve der Rüsselkäfer, besonders des Larinus maculatus, Cocons, die als Manna in den Handel gebracht werden. Dieses schmeckt fade, süßlich und enthält nach Ebert 17,50 % Trehalose (nach Apping 23,84 % und nach Guibourt 28,80 %), 27,08 % Schleimstoffe (nach Apping 18,58 %) und 31,75 % wahrscheinlich aus der Pflanze stammende Stärkeabbauprodukte, die als rote Stärke bezeichnet werden (nach Apping 24,90 %) (131).

b) Hexotriosen enthaltende Mannaarten.

α) Raffinose-(Melitose-)haltige Mannaarten.

Eucalyptus-Manna dient den Eingeborenen Australiens als Nahrungsmittel und bildet in manchen Gegenden einen gangbaren Handelsartikel.

Das Manna entsteht in größeren Mengen auf den Blättern und der Rinde von Eukalyptus-Arten, wahrscheinlich infolge von Insektenstich (Cicada) als ein schleimiges und wenig süßes Sekret, das gelinde abführend wirkt.

Von den zur Familie der Myrtaceae gehörenden Eukalyptus-Arten, die in Australien, Neu-Guinea, Ceram und Tunos heimisch sind, liefern besonders die folgenden Manna:

Eucalyptus viminalis, E. corynocalix (Zuckergummibaum), *E. resinifera* und *E. Gunii.* Das Manna der letzteren enthält nach Ebert 20,86 % unkristallisierbare Glukose, 68,49 % Melitose, 2,14 % Invertzucker und 3,22 % Schleimstoffe (132).

β) Melicitosehaltige Mannaarten:

Lärchenmanna, auch Manna von Briançon genannt, diente früher, besonders in Frankreich, als Abführmittel.

Dieses Manna ist ein Sekret, das aus den jungen Trieben alter Bäume von *Larix europaea,* der gemeinen Lärche, die zur Familie der Pinaceae gehört, im Sommer austritt und zu trockenen weißlichen Körnchen von kristallinischer Struktur erstarrt. Es wird hauptsächlich von den in den mitteleuropäischen Gebirgen, be-

sonders in der Dauphiné bei Briançon wildwachsenden Lärchen eingesammelt.

Das Manna besteht hauptsächlich aus Melicitose; seine nähere chemische Zusammensetzung ist nicht bekannt (133).

c) Mannithaltige Mannaarten.

Eschenmanna, auch als Himmelsbrot oder Himmelstau bezeichnet, ist als »Manna« offizinell. Es ist in Deutschland, Frankreich, Italien und in Sizilien, seinem Hauptgewinnungslande, ein bedeutender Handelsartikel.

Diese Mannaart stammt von *Fraxinus ornus,* der Mannaesche, die zur Familie der Oleaceae gehört und einigen Spielarten dieser Pflanze, wie z. B. *F. paniculata, F. florifera* u. a. Die Mannaesche ist ein 6—9 m hoher Baum, in Südeuropa heimisch und im Mittelmeergebiet und im Orient weit verbreitet. Aus den Zweigen tritt nach dem Stich der Mannazikade ein brauner, bläulich fluoreszierender, mannithaltiger Saft aus, der meist heruntertropft und auf ausgebreiteten Ziegeln oder Kaktusstengeln (*Opuntia vulgaris*) aufgefangen wird. Das in ihm enthaltene Wasser verdunstet schnell, so daß in wenigen Stunden eine etwas gefärbte, kristallinische Masse von sehr süßem Geschmack, das Manna, entsteht. Sind die Äste geneigt, so tritt oft Bildung von Zapfen ein.

Die Mannaesche wird an der Nordküste von Sizilien, vor allem im westlichen Teil, kultiviert. Das beste Manna wird bei Geraci Siculo und Cefalù gewonnen, das geringere bei Castelbuono.

Die Bildung von Mannit und das Austreten des mannithaltigen Sekretes kann auch durch bloße Verwundung der Bäume hervorgerufen werden. Auf diesem Vorgang beruht die Gewinnung der besseren Mannasorten.

Die sieben bis zwölf Jahre alten Bäume werden, wenn sie eine Höhe von mindestens 2 m und eine Dicke von 4 cm erreicht haben, im Juli, August und September angeschnitten. Der horizontal oder schief aufsteigende Querschnitt durch die Rinde erfolgt an der Basis des Baumes und wird so ausgeführt, daß er bei den jungen Bäumen etwa ein Drittel, bei den älteren etwa ein Viertel des Umfanges ausmacht. Es wird täglich ein neuer Einschnitt vorgenommen, und zwar immer 1—4 cm höher als der letzte bis zur Ansatzstelle der Äste, alsdann wird die zunächst anstoßende Seite in derselben Weise behandelt. Ein Baum weist so bis 90 Einschnitte auf. Der ausfließende Saft, der an dem Stamm herabrinnt, erstarrt auf der Oberfläche und kann dann durch Biegen der Stämme abgelöst werden. Das so gewonnene Manna ist im Gegensatz zu dem obenerwähnten, herabgetropften gelblich-weiß und stellt gerundete, rinnenförmige oder flache, kristallinische, trockene Stücke dar, die auf der einen Seite den Abdruck der Oberfläche des Baumes zeigen. Dieses Manna wird als Manna cannellata bezeichnet. Das Ablösen des Manna wird bei gutem, trockenem Wetter meist wöchentlich oder alle zehn Tage in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte September vorgenommen. Das beste Manna wird aus den oberen Einschnitten jüngerer Bäume erhalten. Die nicht mehr ertragfähigen 12—20 jährigen Bäume werden gefällt, aus der Wurzel treiben dann neue Stämmchen, die nach 4—5 Jahren wieder angeschnitten werden können.

Das im Handel befindliche Manna wird je nach der Güte oder nach den Orten der Herkunft unterschieden. Das beste Manna ist das Manna cannellata electa (in lacrimis, Tränenmanna) und das billigste wird als Castelbuono bezeichnet. Als Manna pura wird in Italien ein durch Lösen, Filtrieren und Eindampfen gereinigtes und in 1 kg schwere Brote geformtes Manna in den Handel gebracht, das teurer ist als Manna cannellata. Gutes Eschenmanna besteht aus rinnenförmigen, gerundeten oder flachen Stücken, die kristallinisch und trocken sind. Es besitzt blaßgelbe Farbe, ist innen weiß, riecht schwach honigartig und hat einen süßen, schwachherben Geschmack. Die geringen Sorten sind gelbbräunlich, körnig, weich oder schmierig.

Das Eschenmanna besteht hauptsächlich aus d-Mannit (Mannazucker), und zwar enthält es 25—80 %, ganz reines Manna bis 90 %. Nach dem deutschen Arzneibuch 5. soll der Gehalt an d-Mannit mindestens 75 % betragen. Tanret stellte im Jahre 1903 zwei neue Zucker-

arten, die Manninotriose und die Manneotetrose in dem Manna fest. Gewöhnliches Manna enthält nach seinen Angaben 40,00 %, Manna in lacrimis 55,00 % Mannit, sowie 3,00 bzw. 2,20 % Glukose, 3,40 bzw. 2,50 % d-Fruktose, 16,00 bzw. 6,00 % Manninotriose und 16,00 bzw. 12,00 % Manneotetrose (134).

An Verfälschungen finden sich in dem Manna hauptsächlich Stärke, Mehl, Honig und Traubenzucker.

Die Gehaltsbestimmung des Mannits geschieht nach D. A. B. V durch Bestimmung des in Alkohol unlöslichen Teiles (Rohmannit). Das Manna wird als gelindes Abführmittel verwandt.

Australisches Manna. Das australische Manna, auch als »Outeman« bezeichnet, dient als Nahrungsmittel und bildet vor allem in Südaustralien einen gangbaren Handelsartikel.

Es entsteht auf *Myoporum platycarpum,* dem Sandelholzbaum, der zur Familie der Polygalaceae gehört und in Australien heimisch ist. Er ist ein kleiner Baum mit fleischigen, lederartigen Blättern; die Ausschwitzungen fließen zum Teil an dem Baum herab und erstarren am Boden. Die im Handel befindlichen Stücke stammen meist von den Bäumen in der Nähe der südaustralischen Fowler Bay. Sie sind handgroß, zylinderförmig und besitzen in frischem Zustande eine weiße Farbe, die aber allmählich rotbräunlich wird.

Dieses Manna enthält nach Maiden 89,65 % d-Mannit zum Teil in kristallinischem Zustande, 2,87 % reduzierenden Zucker, 0,51 % Rohrzucker und 2,37 % Schleimsubstanzen (135).

Platanus-Manna wird ebenfalls als Nahrungsmittel benutzt und kommt auf *Platanus orientalis,* der morgenländischen Platane, die zur Familie der Platanaceae gehört, vor. Das Manna enthält nach Jandrier bis 90 % Mannit (136).

Manna der Capverdischen Inseln. Die Herkunft und Entstehung der von den Capverdischen Inseln stammenden Mannaart ist unbekannt. Es enthält nach Berthelot Mannit (137).

Harlalu-Manna wird in Indien aus den Wurzeln des Baumes Katra durch Erhitzen gewonnen und soll nach Hooper Mannit enthalten (138).

Olivenhonig. Der Olivenhonig (azzal zitoun), auch Ölbaum-Manna genannt, wird von den Eingeborenen von Biban als Ausschwitzung aus dem Stamme kranker Olivenbäume, wahrscheinlich infolge des Stiches von Cicada, gewonnen, besonders von *Olea europaea,* die zur Familie der Oleaceae gehört und im vorderen Orient heimisch ist. Dieses Manna enthält 52 % Mannit und 7,8 % reduzierenden Zucker (Glukose) (139).

d) Dulcithaltige Mannaarten.

Madagaskarmanna ist eine Mannaart, deren Herkunft und Entstehung unbekannt ist. Es besteht aus hellen, kristallinischen, knollenförmigen Stücken und enthält als Hauptbestandteil reines Dulcit (140).

e) Pinithaltige Mannaarten.

Kalifornisches Manna. Das pinithaltige kalifornische Manna wurde bereits bei dem rohrzuckerhaltigen kalifornischen Manna [siehe unter b)] beschrieben. Es entsteht auf *Pinus Lambertiana,* der Zuckerkiefer, in Kalifornien.

f) Mannaarten, die höhere Polyosen enthalten, wie Stärke, Inulin und Hemizellulosen.

Lerp-Manna kommt in Australien vor und entsteht auf den Blättern von *Eucalyptus dumosa* durch den Stich der Zikade Psylla eucalypti. Diese sondert weiße Fäden ab, die durch einen ebenfalls von dem Insekt ausgeschiedenen Sirup so zusammengeklebt werden, daß ein Gespinst entsteht, das dem Insekt als Aufenthalt während seines Puppenzustandes dient.

Die ausgeschiedenen Fäden bestehen aus einer stärkeähnlichen Substanz (Lerp-Amylum) und werden durch Jod blau gefärbt. Der zum Zusammenkleben verwendete Sirup läßt sich durch Wasser in Lösung bringen und enthält nach Flückiger 53,10 % d-Fruktose. Näheres über diese Mannaart ist nicht bekannt (141).

Mannaflechte. Die Mannaflechte, *Lecanora esculenta,* auch als Erdbrot bezeichnet, findet sich in den vorder- und zentralasiatischen, sowie den nordafrika-

nischen Steppen und auch in Südrußland. Sie gehört zur Familie der Lecanoraceae oder Kuchenflechten und besitzt einen unregelmäßig knolligen Thallus. Die Flechte wächst sehr schnell auf der Erde und wird vom Winde oft in großen Massen zusammengefegt (Mannaregen). Ihr Geschmack ist ziemlich fade, sie enthält viel Gallerte und Inulin.

Viele Forscher sind der Ansicht, daß die Mannaflechte das in der Bibel erwähnte Manna darstellt, welches dem Volke Israel bei der nach seinem Auszug aus Ägypten erfolgten Wanderung durch die Wüste als Nahrungsmittel diente. Noch heute bildet sie in den Steppen zeitweise einen wichtigen Nahrungsstoff (142).

II. Zuckerhaltige Früchte.

Die zuckerhaltigen Früchte besitzen nicht nur als Nahrungsmittel ihres hohen Nährgehaltes wegen, sondern auch als Genußmittel eine hohe Bedeutung, da sie reich an aromatischen Stoffen und an Säuren sind.

Die Beschaffenheit und die Zusammensetzung der Früchte ist von zahlreichen Faktoren abhängig, zunächst von der Sorte, der Lage, der Witterung und dann vor allem vom Reifegrad.

Die meisten Früchte, besonders das Kernobst (Äpfel, Birnen usw.) enthalten im unreifen Zustande Stärke gespeichert. Diese wird beim Reifungsvorgang, wahrscheinlich infolge von Enzymwirkung, in Zucker übergeführt, meist in Glukose und d-Fruktose als Invertzucker, und in Rohrzucker.

Beim Beerenobst jedoch (z. B. den Weinbeeren) besitzen die unreifen Beeren fast die gleiche chemische Zusammensetzung, wie die Blätter und jungen Sproßorgane. Es ist also anzunehmen, daß beim Reifen Zucker aus den Assimilationsgeweben, vor allem aus den Blättern, in die Beeren transportiert wird.

Werden die Früchte liegen gelassen, so erhalten sie oft einen süßeren Geschmack als zuvor. Diese Erscheinung, als Nachreifen bezeichnet, wird zurückgeführt auf das Verschwinden der Stärke und des Rohrzuckers infolge von Hydrolyse, sowie auf die Überführung der gebildeten Glukose in die süßere d-Fruktose und auf die Abnahme des Säuregehaltes.

Bei den Weinbeeren, die keine Stärke enthalten, treten beim Nachreifen zwei andere Erscheinungen auf, die als Verschimmeln und als Edelfäule bezeichnet werden. Beim Verschimmeln erfolgt eine Verminderung des vorhandenen Zuckers sowie des Gehaltes an Säure; bei der Edelfäule, die sich nur bei den reifen edelsten Beeren zeigt, nehmen diese eine rosinenartige Beschaffenheit an.

1. **Weintrauben.** Die Weintrauben, die schon von den alten Griechen und Römern als edelstes Obst angesehen wurden, sind ein wertvolles Nahrungsmittel und werden auch als Arzneimittel verwandt.

Ihre große wirtschaftliche Bedeutung liegt aber darin, daß sie als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Wein dienen.

Die Stammpflanze der Weintraube, *Vitis vinifera,* die Weinrebe oder der Weinstock, gehört zur Familie der Vitaceae und kommt in zahlreichen Rassen und Varietäten vor. Ihre Heimat ist wahrscheinlich der Höhenwald des Kaukasus, wo sie in ihrer wilden Form (*V. vin. var. silvestris*) noch heute vorhanden ist.

Die Weinrebe ist eine holzige Kletterpflanze, die an den höchsten Bäumen emporklettert. Ihr Stamm wird bis 40 cm dick, ihre Wurzeln dringen tief in den Erdboden ein. Die zwei Niederblätter besitzenden Langtriebe des Sprosses, die Loten, endigen mit einer Ranke; sie werden aber blattgegenständig dadurch, daß der Achselsproß des Blattes, der die Fortsetzung des Sprosses der Langtriebe bildet, die Ranke zur Seite drängt. Das Wachstum der Langtriebe erfolgt im Sommer; sie verdicken sich, werden holzig, platten sich ab und werden oft flach. An der Basis der Kurztriebe, der »Geizen«, die nur ein Niederblatt besitzen und aus den Beiknospen der Blätter entstehen, wachsen im nächsten Jahre die Langtriebe aus der Achselknospe des Niederblattes.

Die rispigen (nicht traubenartigen) Blütenstände sind oft eine Umbildung der Ranken der Langtriebe, die als Träger der Blütenstände angesehen werden. Die fünfgliedrigen Blüten sind gelbgrünlich, duften stark und besitzen diskusförmige Nektarien, deren Nektarabscheidung jedoch gering ist. Die am Scheitel verwachsenen Blumenblätter werden beim Öffnen der

Blüte durch die Staubblätter abgeworfen. Fruchtknoten und Staubblätter der Blüten sind oft steril.

Die Früchte sind Beeren von runder oder ovaler Form; sie besitzen sehr verschiedene Größe und eine grüne bis dunkelblaue Farbe. Bei der wilden Rebe (*V. vin. var. silv.*) sind die Früchte klein, herb und wenig schmackhaft. Erst durch die Veredlung werden Früchte von erheblicher Größe und stark süßem Geschmack erzielt.

Diese sind zweifächrig und enthalten in dem weichen Fleische normalerweise in jedem Fach zwei Samen, die an zentralen Plazenten sitzen. Oft findet sich in jedem Fach nur ein Same, in selteneren Fällen fehlen die Samen auch völlig.

Die Epidermis der Frucht besitzt eine rauhe Kutikula und besteht aus polygonalen Zellen, die etwa 15—40 μ groß sind. Die Zellen des Mesokarps sind groß und dünnwandig und enthalten nadelförmige Kristalle von Kalziumoxalat. In Begleitung der zarten Gefäßbündel finden sich häufig Kristallkammerfasern. Die 5 bis 8 mm langen Samen haben eine birnförmige Gestalt. Auf ihrer Rückseite ist zwischen zwei tiefen Rinnen die Raphe (Nabelstrang) erkennbar. Diese erstreckt sich von dem am spitzen Ende liegenden Nabel oft bis zur Chalazza, die sich auf der anderen Seite als ovaler Eindruck findet.

Die Epidermis der Samenschale besteht aus Zellen mit stark verdickten Außenwänden. Unter ihr liegt eine Parenchymschicht, die Raphiden von Kalziumoxalat enthält und auf diese folgt eine breite Steinzellschicht, deren Zellen radial gestreckt sind. Im Samenkern liegt der kleine Embryo in einem hornigen Endosperm eingebettet.

Charakteristisch für die samenlosen Beeren sind nur die Raphiden, die sich im Fruchtfleisch finden. Zur Erkennung der Samen dienen ihre Form sowie in zerkleinertem Zustande die Steinzellen und die Raphiden des Parenchyms.

Die Veredlung der Weinstöcke geschieht durch die in der gärtnerischen Praxis üblichen Methoden, wie Pfropfen, Reisern usw. Eine wichtige Bedingung für die Erzielung ertragreicher Rebstöcke ist ferner das richtige Beschneiden, das von der Kultur des Weinstockes abhängig ist. In Deutschland wird der Weinstock an Stützen gezogen, in Tirol in Lauben kultiviert und im Mittelmeergebiet an Bäumen wie Öl- oder Maulbeerbäumen emporgezogen oder einfach sich selber überlassen, wobei der Stock am Boden hinkriecht. Die kurz zurückgeschnittenen Langtriebe werden als Zapfen bezeichnet. Aus ihnen entstehen Seitentriebe, die Schenkel genannt werden, wenn sie stärker beschnitten sind. Die Schenkel liefern das Tragholz für die Triebe, die im nächsten Jahre Früchte tragen. Bei den in Treibhäusern gezogenen Reben werden die Schenkel sehr kurz beschnitten.

Auf die Kultur des Weinstockes sind viele Faktoren von großem Einfluß, wie die Rasse oder Varietät der Weinrebe, das Klima, der Boden, sowie dessen Bearbeitung und Düngung und vor allem auch die Pflege. Der Weinstock ist die älteste Kulturpflanze. Er wurde zuerst in Vorderasien kultiviert. Der Weinbau wurde schon um 3500 v. Chr. in Ägypten betrieben, wie aus aufgefundenen bildlichen Darstellungen hervorgeht. Jetzt ist der Weinstock die meist kultivierte Obstpflanze und über die ganze Welt verbreitet. Er wird besonders in Europa sowie in Amerika und Teilen Asiens kultiviert. Die größte Bedeutung hat die Kultur in Europa, wo sie auch am erfolgreichsten betrieben wird. So wurden z. B. durch die Treibhauskultur in Frankreich, Belgien und England sehr schwere, bis 7,5 kg wiegende Weintrauben erzielt, deren Beeren bis pflaumengroß werden.

Von den übrigen, ebenfalls kultivierten Arten sind noch zu erwähnen *Vinus riparia,* die Uferweinrebe, *V. rupestris,* die Felsenweinrebe, nordamerikanische Arten, deren Wurzeln eine größere Widerstandsfähigkeit gegen einen der schlimmsten Schädlinge des Weinbaues, die Reblaus, besitzen als *V. vinifera* und deshalb oft als Pfropfunterlage benutzt werden. Weiter werden noch in Nordamerika angebaut: *V. labrusca,* die Fuchsweinrebe, sowie in südlicheren Gegenden *V. aestivalis,* die Sommerweinrebe, und in Mexiko besonders *V. rotundifolia,* die rundblättrige Weinrebe. In Deutschland werden auch *V. cordifolia,* die aus Nordamerika stammende Winterweinrebe, *V. amurensis,* die

in Ostasien heimische Amurweinrebe und *V. Coignetiae,* die Coignets-Weinrebe kultiviert.

Der Weinstock ist zahlreichen Angriffen tierischer und pflanzlicher Schädlinge ausgesetzt, die Erkrankungen hervorrufen.

Der gefürchtetste Feind ist die Reblaus, Phylloxera vastatrix, ein seit 1863 in Europa auftretender, aus Amerika stammender Parasit, der vor allem auf den Wurzeln lebt und alle Rebbau treibenden Länder heimgesucht hat, mit Ausnahme von Tunis. In Frankreich und Spanien hat er gewaltige Verheerungen angerichtet, auch in Deutschland tritt er immer wieder auf. Zu seiner Abtötung wird der Boden mit Petroleum oder Schwefelkohlenstoff desinfiziert, oft werden auch die von ihm angegriffenen Weinstöcke ausgerodet oder verbrannt, oder man pfropft die heimischen Stöcke auf die erwähnten amerikanischen Arten.

Von der großen Anzahl schädlicher Insekten sind ferner noch zu erwähnen der in Deutschland häufige Springwurm oder die Traubenmade, Tortrix ambiguella, dessen Raupen die Blütenknospen, jungen Triebe und Beeren umspinnen und Phytoptus vitis, der auf den Blättern Gallen erzeugt und so die sogenannte Pilzkrankheit hervorruft.

Als Schädlinge des Weinstocks treten weiter noch eine ganze Reihe von Pilzen auf, wie z. B. *Uncinula spiralis,* der Meltau, dessen Konidienform (*Oidium Tuckeri*) auf Blättern und Trauben weiße, mehlige Flecken hervorruft. Als Gegenmittel dient Bestäubung mit Schwefelblumen. *Plasmopora* (*Peronospora*) *viticola,* der falsche Meltau, tritt auf Blättern und Zweigen auf, erzeugt auf der Blattunterseite Schimmelanflug und macht die Blattoberseite gelbfleckig. Als Gegenmittel wird Kupferkalkbrühe verwandt. *Guignardia Bidwellii,* ein Schlauchpilz, verursacht braune Flecke und schwarze Wärzchen auf Blättern und Trauben, die als Schwarzfäule oder Blackrot-Krankheit bezeichnet werden. *Gloeosporium ampelophagum* (*Spacelonia ampelinum*), der Schwarze Brenner, ruft dunkelbraune Flecken auf den Beeren, Blättern und Stengeln hervor.

Der Handel unterscheidet im allgemeinen die Weintrauben nach der Form und Größe der Früchte und nach der Herkunft.

Rundbeerige (1,2—1,5 cm im Durchschnitt) große Handelssorten sind die der Trollinger, Alikante und Spanier, mittlere Größe besitzen die der Gutedel, Tokayer, der Elben (älteste und verbreitetste Rebensorte), sowie die der Muskateller, der Gänsfüßler und Sylvaner, kleine Beeren (Durchmesser bis 1,1 cm) haben dagegen die der Korinther, der Burgunder und des Riesling, der Sorte, aus der der beste Rheinwein gewonnen wird.

Ovale Form besitzen die großen Beeren der als Damaszener und Orleans bezeichneten Handelssorten (Längsdurchmesser von 1,2—2,2 cm); mittlere Größe haben die Veltliner und Hängling, kleine Beeren (Längsdurchmesser 0,7—1,1 cm) die Kleinedel, Klevner und Traminer genannten Sorten.

Die Weintrauben des Handels bestehen aus den samenhaltigen Früchten, den Beeren und den sogenannten Kämmen (der Spindel, den Seitenästen und Stielen der Beeren).

Im Entwicklungsgang der Beeren bis zur völligen Reife kann man verschiedene Perioden unterscheiden. In der ersten Periode ähnelt die Zusammensetzung der Beeren der der Blätter. Sie sind dann reich an Gerbsäure. Diese nimmt in der folgenden Wachstumsperiode immer mehr ab. Es entstehen Weinsäure bzw. deren Salze und Apfelsäure. Es finden sich auch bereits geringe Mengen von Zucker (bis etwa 1 %), der nur aus Glukose besteht. Bei dem darauf einsetzenden Reifungsprozeß, in dem das Volumen der Beeren sich nicht mehr wesentlich vergrößert, werden die harten Beeren weich und färben sich bei den farbigen Sorten. Bei dieser Periode, die von Mitte Juli bis Anfang August dauert, wandert der wahrscheinlich in den Assimilationsgeweben, besonders den Blättern, gebildete Zucker in die Beeren. Neben Glukose finden sich dann auch d-Fruktose und Rohrzucker in geringer Menge. Bei der völligen Reife entspricht das Verhältnis von Glukose und d-Fruktose dem des Invertzuckers, meist überwiegt aber eine der beiden Zuckerarten ein wenig.

Bei den Beeren unterscheidet man, wie erwähnt, zwischen der Beerenschale, den Samen und dem Beerenfleisch.

Die Beerenschalen sind die Träger des eigenartigen Duftes der Trauben. Dieser wird durch einen wachsartigen, aus den Glyzerinestern höherer Fettsäuren bestehenden Körper hervorgerufen, mit dem die Schalen zunächst bedeckt sind. In den äußersten Zellreihen findet sich der Farbstoff der Beeren, der ein Tanninderivat der Protokatechusäure zu sein scheint. Weiter enthalten die Samenschalen 0,4 bis 4 % Gerbstoff, Weinstein, 0,1 % Fett, 1,33 % Pentosane, 62—80 % Wasser und 0,5—1 % Asche (143).

Die Samen sind reich an Gerbstoffen (1,8—8 %) und an Glyzerinestern, vor allem der Stearin-, Palmitin- und Linolsäure (15—20 % fettes Öl, Traubenkernöl, s. Fette, B, 115). Ferner enthalten sie 3,87—4,54 % Pentosane, Nuklein, Lezithin (Vanillin fraglich), 31,8—51,4 % Wasser und 1,3—2 % Asche (144).

Die Zusammensetzung des Fruchtfleisches ist gleich der des Saftes, da das Zellgewebe nur 2—4 % des Gesamtgewichtes ausmacht. Der Gehalt an den einzelnen Bestandteilen ist sehr verschieden und abhängig von vielen Faktoren, wie Rasse und Varietät des Weinstocks, Witterung, Boden, Lage usw.

Im Saft reifer Beeren wurden gefunden Glukose und d-Fruktose, zusammen bis 24,40% (in reifen südländischen Trauben), selten Rohrzucker, weiter Inosit, bis 0,48% Pentosane, das Enzym Invertin, etwas Gerbstoff und Gallussäure, ferner Weinsäure, meist als Kalziumsalz, selten frei, 0,50 % Weinstein, 0,2—0,80 % Apfelsäure, zuweilen Zitronensäure, Salizylsäure und Bernsteinsäure; außerdem Pektinstoffe, Lezithin sowie geringe Mengen von Aminosäuren und Eiweiß (145).

Im Durchschnitt enthält der Saft der Weinbeeren an Hauptbestandteilen etwa: 14,36 % (9,30—18,70 %) Zucker, 0,79 % (0,50—1,40 %) freie Säure, 0,59 % Stickstoffsubstanz, 1,96 % stickstoffreie Substanz, 3,60 % Kerne und Schalen, 79,17 % (71,90—84,90 %) Wasser und 0,50 % Asche (146).

Die Weinbeeren bilden auch in getrocknetem Zustand einen wichtigen Handelsartikel.

Das Trocknen kann durch einfaches Dörren an der Sonne geschehen, meist aber werden die Beeren zuvor mit Laugenwasser (5—6 %ige Pottaschelösung) unter Zusatz von etwas Öl behandelt, um sie weich zu erhalten, ein zu starkes Verbrennen an der Sonne zu verhindern und um ihnen einen schönen Glanz zu verleihen.

Je nach der Traubensorte, deren Beeren getrocknet werden, unterscheidet man verschiedene Handelssorten.

Von hellen Traubensorten werden die großen Rosinen, die auch als Smyrna- oder Sultanin-Rosinen bezeichnet werden, gewonnen. Sie sind rundlich, platt gedrückt, hellgelb bis bräunlich und stammen meist aus der Umgebung von Smyrna. Die aus Spanien kommenden Rosinen sind häufig bestielt und werden spanische Rosinen oder Malagatrauben genannt.

Von einer dunklen, samenlosen Spielart des Weinstocks, *V. vin. var. apyrena* Risso stammen die kleinen Rosinen oder Korinthen. Diese Spielart wurde zuerst in Korinth kultiviert, jetzt besonders auf den ionischen Inseln und in Griechenland.

Die am Weinstock getrockneten Weinbeeren werden als Zibeben bezeichnet; sie enthalten noch Kerne, sind länglich und dunkel gefärbt. Durch ausgetretenen Saft kleben sie häufig zusammen und sind ferner durch Stiele und unreife Beeren verunreinigt.

Die großen oder Smyrna-Rosinen haben folgende durchschnittliche Zusammensetzung (König): 59,35% Zucker, 1,16% Säuren (Apfelsäure), 3,29 % Pentosane, 0,59 % Fett, 2,39 % Stickstoffsubstanz, 7,05 % Rohfaser und Kerne, 24,46 % Wasser und 1,71% Asche (147).

Die Zibeben enthalten im Mittel: 61,85% Zucker, 1,52 % Säure (Apfelsäure), 4,34 % Pentosane, 1,22 % Fett, 1,55 % Stickstoffsubstanz, 2,35 % Rohfaser und Kerne, und 1,82 % Asche (148).

Die aus den Mittelmeerländern stammenden Frühtrauben, die schon Ende Juni oder Anfang Juli reif sind, sind ein beliebtes Tafelobst. Die Süßkraft des Traubensaftes war schon in alten Zeiten bekannt, aber erst die Araber betrieben die Gewinnung des in den Trauben enthaltenen Zuckers durch Eindicken des Saftes. Sie wußten bereits, daß dieser Zucker eine andere Beschaffenheit besitzt wie der Rohrzucker. Traubenzuckerfabriken wurden vielfach in Frankreich zur Zeit der

Kontinentalsperre angelegt; sie gingen jedoch ein, als durch Kirchhoff festgestellt wurde, daß der Traubenzucker auch durch Hydrolyse der Stärke gewonnen werden kann. Der durch Eindicken des Traubensaftes gewonnene und durch Stehenlassen mit Kalkstein von Weinsäure und Schleimstoffen befreite Traubenhonig wird im Orient als Nahrungs- und Genußmittel verwandt und bildet einen gangbaren Handelsartikel. Wird der eingedickte Traubensaft mit Mehl oder Gries vermengt, die erhaltene Masse in dünner Schicht auf Tücher gestrichen und an der Sonne getrocknet, so entsteht der sogenannte Traubenkuchen, ebenfalls ein wichtiges Handelsprodukt des Orients.

Von großer Bedeutung für den Welthandel sind ferner die getrockneten Weinbeeren, die Rosinen, Zibeben, Korinthen usw., die meist als Würze zu Backwerk, Speisen usw. dienen, aber auch als Näscherei gegessen oder zur Herstellung von Wein, besonders Scherbet (Sorbet) verwandt werden. Sie werden auch medizinisch als leichtes Abführmittel benutzt, ebenso wie die frischen Trauben (Traubenkuren), und bilden einen Bestandteil des Brusttees, Species pectoralis cum fructibus.

Die wirtschaftlich wichtigste Verwendung finden die Weintrauben jedoch bei der Herstellung des Weines, weshalb auch die Kultur des Weinstocks so sorgfältig gepflegt wird.

Der Wein, der das wertvollste alkoholische Getränk darstellt, wird aus dem Saft der Trauben durch den normalen alkoholischen Gärungsprozeß gewonnen.

Die ganzen Weintrauben, die Beeren mit Schalen und Kämmen, werden zur Herstellung von Wein zerquetscht und so die Maische bereitet. Bei besseren Weinen, vor allem Rotweinen, werden jedoch zur Maische nur die Beeren verwandt und die Kämme entfernt, weil diese von ungünstigem Einfluß auf den Geschmack des Weines sind, besonders infolge ihres Gerbstoffgehaltes.

Der aus der Maische durch Austreten (in südlichen Ländern), Ausschleudern, Pressen oder Keltern gewonnene Saft wird als Trauben- oder Weinmost bezeichnet. Er enthält je nach der Güte 15—30 % Gesamtzucker und wird nur solange als Most bezeichnet, wie nicht mehr als ein Drittel seines Zuckergehaltes vergoren ist.

Die Gewinnung von Weiß- und Rotwein ist voneinander verschieden. Zur Herstellung von Weißweinen wird der Most benutzt, der bei geeigneter Temperatur stehengelassen, bald in alkoholische Gärung übergeht. Zur Bereitung von Rotwein wird jedoch die Maische verwandt, damit während des Gärungsprozesses die Hülsen der blauen Beeren mit dem Saft in Berührung bleiben und ihnen so der Farbstoff entzogen wird. Dabei geht aber auch ein Teil des Gerbstoffs der in den Beeren befindlichen Samen mit in den Rotwein über.

Die Gärung sowohl des Mostes wie der Rotweinmaische, die an kühlen Orten erfolgt, verläuft stürmisch. Der Gärungsvorgang wird hervorgerufen durch die Hefezellen der Weinhefe, *Saccharomyces ellipsoideus*, die sich auf Früchten besonders in der Weinbaugegend finden und so in den Most oder die Maische gelangen. Die in den Hefen enthaltenen Fermente, die als Zymase zusammengefaßt werden, spalten den Zucker im wesentlichen in Alkohol und Kohlensäure. Nach Beendigung der Gärung, die in wenigen Wochen erfolgt ist, wird ein junger Wein (Federweißer) erhalten, der ein beliebtes Getränk darstellt. Er wird zur Nachgärung in Lagerfässer gefüllt, in denen bei Luftabschluß und niederer Temperatur die Spaltung des Zuckers unter Abscheidung von Weinstein und Ausfällung der Hefen vor sich geht. Alsdann wird der Wein zur Reifung in kleinere, gut ausgeschwefelte Fässer umgefüllt, in denen sich die vollständige Beendigung der Gärung, die Abscheidung von Schwebestoffen, wie Hefen usw. und die Bildung von Bukettstoffen, die im wesentlichen auf Oxydationsvorgängen beruht, vollzieht. Sobald die Bildung der Bukettstoffe ihr Maximum erreicht hat, muß der Wein auf Flaschen gezogen werden, weil er sonst an Wert verliert.

Ist die Gärung nicht richtig verlaufen oder war die Zusammensetzung des Mostes oder Weines schlecht, so treten oft Krankheiten auf. Diese werden fast stets durch Krankheitserreger (Pilze u. a.) hervorgerufen, die sich entweder auf den Trauben fanden oder bei der Herstellung in

den Wein gelangt sind. Dabei nimmt der Wein meist ein trübes Aussehen an, wird bitter, erhält einen schlechten Geruch und Geschmack und erleidet allerlei Gärungen. Durch Pasteurisieren oder Abziehen des Weines auf frisch geschwefelte Fässer können die Krankheitserreger getötet oder entfernt werden. Zur Klärung werden zahlreiche Hilfsmittel verwendet, wie z. B. Filtrieren, Zusatz von Gelatine, Kaolin, Hausenblase usw.

Die gewonnenen Weine sind sehr verschieden; ihre Zusammensetzung ist abhängig von der des Mostes bzw. der Maische, sowie vor allem auch vom Herstellungsprozeß und von der Pflege des Weines.

Bei der Weinbereitung aus Most, der 3,50—13,50 % Glukose und 3,70—15,00 % d-Fruktose enthielt, spielten sich nach König folgende Vorgänge ab (149):

Die Zucker wurden fast vollständig vergoren, so daß der Wein nur noch Spuren von Glukose enthielt. Durch die Gärung waren entstanden: 5,00—15,00 % Äthylalkohol, 0,013—0,055 % Fuselöl, 0,05 % Isobutylenglykol, 0,40—1,20 % Glyzerin und 0,20—0,71 % Mannit. Weiter zeigten sich folgende Veränderungen: Von den im Most zu 0,18—0,48 % vorhandenen sonstigen Kohlenhydraten (Pentosane, Pektinstoffe u. a.) wurden im Wein nur 0,03—0,11 % wiedergefunden. Der Gehalt an Gesamtstickstoffsubstanz sank von 0,50—1,25 % auf 0,10—0,65 %, der von Weinsäure von 0,00—0,40 % auf 0,00 bis 0,15 %, der von Apfelsäure von 0,20—1 % auf 0,00—0,50 %. Von den Salzen der Apfelsäure und der Weinsäure wurde nur Weinstein wieder gefunden, und zwar sank der Gehalt von 0,40—0,80 % auf 0,12—0,30 %. Bei den Mineralstoffen erfolgte ebenfalls eine Abnahme, und zwar von 0,30—0,50 % auf 0,10—0,30 %.

An neuen Bestandteilen traten im Wein auf: Milchsäure, Bernsteinsäure, Zitronensäure (aus Hefen), Spuren von Salizylsäure, ferner Gerbsäure (aus den Schalen der Beeren), Essigsäure und ein geringer Gehalt an schwefliger Säure (infolge der Kellerbehandlung). Die zum Teil aus den Kämmen und Beerenschalen aufgenommenen Farbstoffe erlitten eine allmähliche Abnahme, ebenso wie die neugebildeten Bukett- und Aromastoffe.

Die Verfälschungen, Nachahmungen und Fehler des Weines sind mannigfacher Art, z. B. unrichtige Bezeichnung, Verschnitt, Zusatz von Alkohol, Überzuckerung, unrichtig verlaufene Gärung usw. Sie sind für Deutschland durch das Weingesetz scharf charakterisiert.

Die Untersuchung und Beurteilung des Weines ist sehr schwer. Die Ausführung der einzelnen Bestimmungen erfolgt in Deutschland nach amtlichen Vorschriften.

Der Wein dient nicht nur als Genußmittel, sondern findet auch mannigfache medizinische Anwendung. Durch Destillation werden aus ihm Kognak und Spiritus vini, durch Essigsäuregärung infolge Einwirkung des *Bacterium aceti* Weinessig gewonnen. Letzterer stellt den besten Essig dar.

Die bei der Gewinnung des Weines erhaltenen Rückstände, die als Trester oder Treber bezeichnet werden, bestehen aus Stielen, Schalen und Samen; sie dienen vor allem als Viehfutter und als Düngemittel, aber auch zur Gewinnung von Pottasche, Weinstein und fettem Öl. Die in den Fässern als Kruste von weißer oder roter Färbung entstehende Ablagerung ist reich an saurem weinsaurem Kali. Sie dient zur Gewinnung von reinem, kristallinischem Weinstein, zur Herstellung des in der Medizin viel verwendeten Tartarus depuratus oder Cremor tartari, der ein kristallinisches Pulver von Weinstein ist, und zur Darstellung von Weinsäure.

Die Weltproduktion an Wein beträgt etwa 150—250 Millionen Hektoliter, wovon Frankreich 50—70, Italien 30—50, Spanien und das frühere Österreich-Ungarn je 20—30 Millionen, Deutschland dagegen nur 2—4½, Argentinien 4—5, Portugal 1½ und Griechenland und die Schweiz je 1 Million Hektoliter liefern. In Chile, Italien und Südafrika ist die Weinproduktion im Steigen begriffen. Die früher ebenfalls bedeutende Weingewinnung in Kalifornien und anderen südlichen Staaten Nordamerikas hat durch das Alkoholverbot in den Vereinigten Staaten einen schweren Schlag erlitten, doch ist dort dafür die Verwendung der Weintrauben als Obst in hohem Maße gestiegen (150).

2. **Feigen.** Die Feigen bilden im Mittelmeergebiet ein wertvolles Nahrungsmittel; sie finden ferner mannigfache Anwendung in der Volksmedizin, werden zur Herstellung von Feigenkaffee benutzt und sind ein Handelsartikel des Weltmarktes.

Die im Handel befindlichen Feigen sind die Sammelfrüchte von *Ficus carica,* der echten Feige, die zur Familie der Moraceae gehört und als Kulturpflanze in zahlreichen Varietäten vorkommt, wie z. B. *F. carica var. leucocarpa, var. dottata, colombra, polymorpha* usw.

Der echte Feigenbaum ist gewöhnlich klein, seine Zweige sind eigentümlich schlangenartig gebogen und verleihen dem Baum ein gespenstisches Aussehen. Die Rinde der Äste besitzt ringförmige Narben, die von den abgefallenen Nebenblättern stammen. Die Blätter sind groß, rauh, vielgestaltig, meist fingerförmig, 3—5 lappig und wechselständig. In den Blattachseln entstehen einzelne Blüten- und Fruchtstände (Receptacula). Diese, die ursprünglich als Fruchtschalen angelegt sind, schließen sich bis auf eine kleine oben befindliche Öffnung und nehmen birnförmige Gestalt an. An der Innenwand der so gebildeten krugförmigen »Feigen« stehen die einzelnen zahlreichen Blüten dicht beieinander. Diese Blüten sind rein weiblich und bestehen aus einem meist von drei Perigonblättchen umhüllten Fruchtknoten, der einen langen Griffel mit zwei Narben besitzt und eine Samenanlage enthält. Zwischen den Blüten befinden sich Haare auf dem Boden des Receptaculums. Die Befruchtung dieser nur weibliche Blüten tragenden Kulturfeigen geschieht durch Blastophaga psenes, eine zu den Chalcidiern gehörende Gallwespengattung. Diese Gallwespen legen Eier in die sogenannten Gallenblüten des wilden Feigenbaumes (*Caprificus*, Bocksfeige). Die Gallenblüten sind weibliche Blüten, die keine Narben mehr besitzen, also steril sind. In diesen Blüten entwickelt sich die Gallwespe zur sogenannten Inquiline. Diese nimmt beim Austritt aus dem Receptaculum die Pollenkörner von den dort vorhandenen männlichen Blüten mit und überträgt sie auf die weiblichen Blüten der echten Feige. Um die Befruchtung möglichst zu sichern, wird seit alten Zeiten die sogenannte Caprifikation angewendet, die darin besteht, daß man junge blühende Zweige des wilden Feigenbaumes in die Krone des echten Feigenbaumes hängt. Die Ausbildung des Receptaculums zu saftigen Früchten ist jedoch nicht von der Befruchtung abhängig. Beim Reifen der Feigen wird das derbe, weiche Gewebe des Receptaculums fleischig und weich. Die in ihm aufgespeicherte Stärke wird in Zucker umgewandelt und der Saft der Milchröhren erstarrt. Das Ostiolum, dessen äußerste Schuppen, die zur Schließung dienen, zunächst aufwärts gerichtet sind, wird nun durch nach innen gerichtete Schuppen verschlossen, so daß die Insekten hineinkriechen können. Aus den Blüten entstehen kleine gelbe, fast kugelrunde Früchtchen, die sich in einem gelben, hyalinen, zuckerreichen Fruchtmus befinden, das aus der Krugwand, den Blütenstielen, Perigonblättern, Griffeln und Narben, sowie der äußersten Schicht der Früchtchen durch eine tiefgehende Pektin-Schleim-Metamorphose gebildet wird. In den reifen Feigen sind auch Reste der Haare, besonders der Narben zu finden. Die so entstandenen Sammelfrüchte oder Feigen sind meist purpurrot oder dunkelblau und stehen am Stamm oder den seitlichen Ästen dicht beieinander.

Die Epidermis des Receptaculums besitzt Spaltöffnungen und besteht aus polyedrischen Zellen. Es finden sich auf ihr kurze einzellige Haare oder, wenn diese abgefallen sind, deren Narben. Unter der Epidermis liegt eine Parenchymschicht, die reich an Zucker ist und deren Zellen Oxalatdrusen enthalten. Dann folgt eine Schicht, die ungegliederte, meist 20—30 μ weite, reichverzweigte Milchröhren führt und in denen sich Kautschuk in Tropfen oder auch in größeren Mengen findet. Noch weiter nach innen liegen die 15—25 μ weiten Gefäßbündel mit Spiral-, seltener Netzgefäßen.

Die äußersten Schichten der Fruchtwand werden bei der oben erwähnten Metamorphose aufgelöst, nur eine Schicht kleiner, rundlicher Zellen und die innerste, aus mehreren Lagen kleiner, stark verdickter, getüpfelter Steinzellen bestehende Schicht bleibt erhalten.

Die Untersuchung zum Nachweis von Feigen auf mikroskopischem Wege erstreckt sich bei der gepulverten Droge vor allem auf die Steinzellgruppen der Früchte, die leicht zu finden sind; ferner auf die Milchsaftschläuche, die Haare der Epidermis oder deren Narben, die Gefäße und die Oxalatdrusen.

Die wilde Form der echten Feige ist im Mittelmeergebiet und in Vorderasien heimisch. Dort finden sich auch eine Reihe naher Verwandter dieser Art, wie z. B. *F. palmata,* die noch heute in Südarabien und Nordabessinien in wilder Form weit verbreitet sind. Man findet sie an sonnigen Orten, vor allem an Mauern und Felsen, sowie in Felsritzen, selbst in südlichen Alpentälern. Aus fossilen Resten geht hervor, daß sie schon in der späteren Tertiärzeit im westlichen Mittelmeergebiet vorhanden waren, in Südfrankreich in der Quartärperiode.

Die Kultur der echten Feige ist mehrtausendjährig und wurde wahrscheinlich zuerst von den Semiten des vorderen Orients betrieben. Von dort verbreitete sich die Kultur im ganzen Mittelmeergebiet, drang weiter nach Nord- und Südamerika, Südafrika, Italien und Deutschland, wo die Kultur allerdings nur unter Winterschutz möglich ist.

Die Bedingungen, unter denen eine erfolgreiche Kultur betrieben werden kann, sind vor allem nasse Winter mit geringer Kälte (nicht unter 2° C) und trockene, heiße Sommer mit einer Temperatur bis zu 55° C in der Sonne, ferner gegen Nord- und Ostwinde geschützte Lage und sandiger Humusboden auf Kalkstein.

Zur Zucht läßt man die Feigenbäume höchstens 3 m hoch werden und spitzt sie dann ein, so daß sie in die Breite wachsen. Um zu erzielen, daß die jungen Zweige reichlich Früchte tragen, werden ihre Spitzen im Jahr zuvor abgekniffen, sobald sie etwa handlang geworden sind. Beginnen die Zweige holzig zu werden, so drückt man sie an der Spitze zusammen, wodurch das Längenwachstum aufhört und der Saft für die Bildung wichtigerer Organe, wie für die Fruchtbildung, erhalten bleibt. Die Zweige werden gebogen und die Spitzen möglichst nach unten gerichtet. Die Fortpflanzung geschieht durch Stecklinge, seltener durch Samen.

Kultiviert wird ferner noch eine Anzahl naher verwandter Feigenarten, wie *Ficus sycomorus,* die echte Sykomore, deren Früchte Maulbeer- oder Eselsfeigen genannt werden. Die echte Sycomore ist besonders in Ägypten, in Palästina und auf Cypern verbreitet; die Früchte ihrer wilden Form bilden im tropischen Afrika einen gangbaren Handelsartikel. Des weiteren liefern die im malaiischen Archipel verbreiteten Arten der Sektion Covellia und der südasiatischen Sektion Neomorphe der Gattung *Ficus* eßbare Feigen.

Die im Handel befindlichen Sorten werden meist nach ihrer Herkunft unterschieden.

Die aus Kleinasien stammenden Smyrnafeigen gelten als die besten; sie sind groß, plattgedrückt und rund, aber nicht sehr haltbar. Die im Handel als Eleme und als Eibegli bezeichneten Sorten sind mit Lorbeerblättern bedeckt und in runden Schachteln oder Kistchen verpackt, die als *Rola mercantile* bezeichneten Sorten dagegen in Fässern.

Die Feigen, die aus Griechenland kommen, sind weniger süß, kleiner und derber, aber haltbarer. Sie werden entweder gepreßt auf Halme gezogen als Kranzfeigen oder locker in Fässern verpackt in den Handel gebracht.

Die Triester Feigen, die hauptsächlich aus Dalmatien und Istrien stammen, kommen in Fässern verpackt, die Tiroler Feigen dagegen in Lorbeer- oder Rosmarinblättern eingeschlagen in den Handel.

Als indische Feigen oder Cactus-Feigen werden die Beeren von *Opuntia ficus indica,* die in Amerika heimisch ist und im Mittelmeergebiet angebaut wird, bezeichnet. Diese Früchte sind keine Feigen, ebenso wenig wie die Paradiesfeigen genannten Bananen.

Manche Sorten der kleinasiatischen Feigen sind mit Fruchtzucker, zuweilen auch mit Kastanienmehl zur Erhöhung der Haltbarkeit bestreut.

Auf den trockenen Feigen finden sich häufig Milben, besonders Carpoglyphus passularum, Glyciphagus prunorum und andere Schädlinge.

Von Südfrankreich und der Riviera werden kandierte Feigen in den Handel gebracht; besondere Sorten sind die klei-

nen Marseiller und die großen Genueser Feigen.

Ein wichtiges Handelsprodukt bildet ferner noch der aus den Feigen durch Trocknen, Rösten und Mahlen gewonnene Feigenkaffee.

Der Geschmack der frischen Feigen ist weichlich, fade süßlich, der der getrockneten stark süß honigähnlich und der Geruch ist schwach, nicht unangenehm. Die frischen Feigen enthalten 13—20 % unkristallisierten Zucker, 0,7 bis 2,5 % Stickstoffsubstanz, 70—88 % Wasser und 0,44—1,10 % Asche. Im Durchschnitt beträgt die Zusammensetzung (König): 15,55 % Invertzucker, 1,96 % sonstige Kohlenhydrate, 1,35% Stickstoffsubstanz, 1,50 % Rohfaser, 78,93 % Wasser und 0,71 % Asche (151).

Die getrockneten Feigen enthalten 27—62 %, meist etwa 51 % Invertzucker, daneben oft auch bis 5 % Rohrzucker, ferner über 6 % Eiweiß und ein peptonisierendes Enzym.

Die Samen enthalten fettes Öl und Aleuron.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der getrockneten Feigen beträgt 51,42 % Invertzucker, 7,32% sonstige Kohlenhydrate, 3,29 % Stickstoffsubstanz, 7,02 % Rohfaser mit Kernen, 1,05 % freie Säure, 1,33 % Fett, 26,06 % Wasser und 2,05 % Asche (152).

Bei längerem Lagern der Feigen kristallisiert der Zucker aus und bildet eine Kruste auf der Oberfläche der Früchte.

Die Feigen bilden, wie schon erwähnt, vor allem in den Ländern, in denen sie gewonnen werden, ein beliebtes Nahrungsmittel. Sie dienen ferner als Abführmittel, sowie als Mittel zur Erweichung von Geschwüren und finden als Brusttee und zur Geschmacksverbesserung schlecht schmeckender Arzneien Verwendung. Bei den Arabern gelten sie als Aphrodisiacum. Aus den gegorenen Feigen wird besonders in Kleinasien durch Destillation Alkohol gewonnen. Im Orient stellt man Feigenwein und -essig daraus her. In geröstetem Zustande verleihen die Feigen als Zusatz (Kaffeesurrogat) dem Kaffee einen kräftigeren Geschmack.

3. **Datteln.** Die Datteln besitzen in den Ländern, in denen sie gewonnen werden, eine außerordentlich große Bedeutung, da sie ein Hauptnahrungsmittel der Eingeborenen bilden. Sie sind aber auch als Handelsartikel der Weltwirtschaft wichtig.

Die in den Handel gelangenden Datteln sind die Früchte von *Phoenix dactylifera*, der echten Dattelpalme, die zur Familie der Palmae gehört und als Kulturpflanze in unzähligen verschiedenen Sorten angebaut wird.

Die Dattelpalmen sind große schlanke Bäume, die bis 20 m hoch werden können und der Landschaft ein charakteristisches Gepräge verleihen. Sie sind sehr widerstandsfähig gegen Stürme, weil ihre zahlreichen zähen Wurzeln tief in den Erdboden eindringen und der Stamm von den verflochtenen Fasern der Blattstiele eingehüllt wird. Der Stamm trägt eine Krone von zahlreichen, 2—4 m langen, schmalen, gefiederten, stark zugespitzten Blättern. Die einzelnen Palmen sind getrenntgeschlechtlich. Die männlichen Blütenstände tragen in hängenden Rispen eine gewaltige Zahl von Blüten (bis 12 000). Diese besitzen sechs Staubgefäße, die drei inneren Blütenhüllblätter sind schmal und zusammengeklappt. Die weiblichen Blütenstände haben erheblich weniger Blüten als die männlichen (100 bis 200 Fruchtanlagen). Die Blüten bestehen aus drei freien, aneinander gepreßten Fruchtblättern mit je einer Narbe und aus stielförmigen Staminodien, die von den breiten, inneren Hüllblättern umschlossen sind. Der Pollen der männlichen Blüten wird durch den Wind auf die Blütenstände des weiblichen Baumes übertragen. In alten Zeiten (bei den alten Babyloniern, Ägyptern und Griechen) wurde die Befruchtung dadurch gefördert, daß man noch geschlossene, männliche Blütenstände in die Kronen der weiblichen Bäume einhängte. Von den vorhandenen drei Samenanlagen kommt in der Regel nur eine einzige zur Ausbildung. Die Frucht ist eine fleischige, 4—8 cm lange pflaumenähnliche Beere, die einen tiefgefurchten Samen enthält. Volle Reife erlangen die Früchte erst nach 5 Monaten, meist im Juli, August, September und Oktober. Da die vollreife Dattel leicht breiig wird, so werden die für den Handel bestimmten Früchte eingesammelt, bevor sie vollreif sind und dann an der Sonne

der Nachreife überlassen. Eine kräftige Palme kann zehn weibliche Kolben bilden, die jedoch zugunsten der Fruchtbildung zum Teil entfernt werden.

Die Früchte sind je nach den Varietäten der Dattelpalme an Gestalt, Farbe, Geschmack und innerer Beschaffenheit sehr verschieden. Sie besitzen am Grunde oft noch Reste des Perigons und haben eine dünne runzlige, etwas spröde, gelbe bis rotbraune Haut. Die etwa 1 cm dicke Schicht des Fruchtfleisches ist gelbbräunlich gefärbt und klebrig. Die innerste Schicht, das Endokarp, umschließt den Samen.

Die Zellen der Epidermis sind farblos, isodiametrisch und 10—30 μ groß. Unter ihnen liegt im Perikarp zunächst eine Schicht mit kleinen, darauf eine solche mit stark tangential-gestreckten, dünnwandigen Parenchymzellen. In letzterer Schicht findet sich scharf abgegrenzt eine Zone von rundlichen oder radial gestreckten Steinzellen, die zapfenförmig in das Innere vorspringt. Alsdann folgt eine Schicht mit großen Parenchymzellen und nach dieser eine breite Zone mit großen Zellen, die einen stark lichtbrechenden, schlauchförmigen, meist lose in den Zellen liegenden Stoff als Einschluß enthalten, nach Tschirch ein Phlorogluzinderivat von Gerbstoffcharakter. Das Endokarp ist hautig, besteht aus farblosen, zusammengefallenen Zellen und löst sich leicht ab. Zwischen ihm und dem Fruchtfleisch sind zuweilen Zuckerkristalle gefunden worden. Der Same ist 2—3 cm lang, etwa 0,5 cm dick, braun, hart und auf der einen Seite tief gefurcht. Die Epidermis besteht aus gestreckten und getüpfelten Zellen. Unter ihr liegen mehrere Reihen größerer, dünnwandiger Zellen, und darauf folgt eine sich mit diesen kreuzende einreihige Schicht rotbrauner Zellen, die charakteristisch ist. Das Endosperm ist hart und hornig und besteht aus strahlig angeordneten, radialgestreckten, stark verdickten und reich getüpfelten Zellen mit zahlreichen Aleuronkörnern. Der verhältnismäßig kleine Keimling findet sich in der Mitte der konvexen Längsseite und direkt hinter ihm ist ein kleiner runder Fleck auf der Außenseite vorhanden.

Die in den hintersten Zellschichten des Perikarps eingeschlossenen Stoffe werden durch Eisenchlorid blaugrün bis schwarz, durch Vanillin-Salzsäure schön rot, durch starke Alkalien nach dem Erwärmen blau gefärbt. Diese Reaktionen dienen als Hilfsmittel zum Nachweis der Datteln, doch werden sie auch von den Einschlußstoffen der Früchte anderer Pflanzen, wie *Ceratonia*, *Diospyros* u. a. gegeben.

Die echte Dattelpalme ist eine Kulturpflanze, die schon in alter Zeit, wahrscheinlich in Südarabien, durch Auslese und Kultur aus der wilden Stammform gezüchtet wurde. Durch die jahrtausendelange Kultur kommt sie in einer Unmenge von Spielarten vor, deren Stammpflanze noch nicht sicher festgestellt ist. Es kommen sowohl *Phoenix abyssinica*, die wilde abessinische Dattel, wie auch eine kleinfrüchtige Urform in Nordafrika und Vorderasien, die heute nicht mehr vorhanden ist, in Frage.

Die Früchte der wilden Dattelpalme haben nur wenig Fruchtfleisch, das saftlos ist und einen faden, süßlichen Geschmack hat. Die Früchte der Kulturpflanze, die zum Export gelangen, sind dagegen, wie beschrieben, sehr saftig und zuckerreich. Ferner gibt es noch eine dritte Art von Früchten. Diese sind sehr mehlig, dickfleischig und groß und bilden ein Hauptnahrungsmittel der Bevölkerung der einzelnen Gewinnungsländer.

Zu erfolgreicher Kultur braucht die Dattelpalme Sandboden mit feuchtem Untergrund und heißes Klima. Nach einem arabischen Sprichwort soll ihr Fuß in Wasser stehen und ihr Haupt in Feuersglut hineinragen. Sie gedeiht am besten zwischen 9° und 35° nördl. Breite; im Norden trägt sie nur bei einer mittleren Jahrestemperatur von 21—23° C eßbare Früchte. Ihre Wurzeln dringen so tief in den Boden, bis sie auf die wasserführende Schicht stoßen. Daher gedeiht die Palme unter den erwähnten Bedingungen ohne künstliche Bewässerung.

Ihre Vermehrung erfolgt am besten durch Schößlinge, zuweilen aber auch durch Samen. Die Schößlinge werden im Herbst aus der unmittelbaren Nähe des Mutterbaumes ausgegraben und verpflanzt. Man pflanzt etwa 100 Stück auf das Hektar. Die werden drei Monate lang begossen und erhalten sich dann selbst. Nach

6—8 Jahren treiben die aus den Schößlingen entstandenen Stämme die ersten Blüten und beginnen meist auch Früchte zu tragen. Vollen Ertrag liefern sie nach 30 Jahren, eine Palme etwa 100 kg Früchte und mehr. Bei richtiger Pflege nimmt der Ertrag erst nach 100 Jahren ab.

Als Ursprungsland der Dattelkultur wird, wie erwähnt, meist Südarabien angesehen. Doch ist die erste Anpflanzungsstätte in Babylonien, im Tiefland des Euphrat und Tigris, nachgewiesen worden. Sie stammt aus der Zeit vor der ersten Ansiedlung der Semiten. Die Kultur hat sich dann weithin ausgedehnt. Heute ist die Dattelpalme eine für die mohammedanische Bevölkerung unentbehrliche Fruchtpflanze, deren Anpflanzung im großen Stile betrieben wird. Sie findet sich vor allem in den Oasen der Sahara, in Arabien, Ägypten, im südlichen Mesopotamien, Persien, Belutschistan, sowie im nordwestlichen Indien. Dort stellen die Dattelpalmenhaine die größten Schätze der Eingeborenen dar, sie werden sehr sorgfältig gepflegt und zu Steuerzwecken gezählt.

Die Dattelpalme wird aber auch auf einzelnen griechischen Inseln sowie auf Cypern und in Syrien kultiviert, besonders auch im südlichen Palästina. Weiter ist sie im südwestlichen Gebiet der Vereinigten Staaten von Nordamerika, besonders in Kalifornien, sowie auch in Südwestafrika heimisch geworden. In Europa liefert sie nur noch im südlichen Spanien reife Früchte, so ist der Dattelpalmenhain bei Elche in Südostspanien berühmt; an der Riviera dient sie als Zierbaum, die Wedel auch als Kirchenschmuck, besonders der Juden.

Die Datteln enthalten im Fruchtfleisch ohne Kern im Durchschnitt etwa 47 % (28—66 %) Invertzucker, und zwar 20,70 bis 39,30 % Glukose und 22,10—22,40 % d-Fruktose, ferner 11,30 % Hemizellulosen, Gummi und Pektinstoffe, 6,60 % Eiweißstoffe, 0,20 % fettes Öl, 5,50 % Rohfaser, 20,80 % Wasser und 1,60 % Asche (Tschirch). Die mittlere Zusammensetzung beträgt nach König 63,07 % Kohlenhydrate, 0,31 % Stickstoff, 1,93 % Stickstoffsubstanz, 2,72% Rohfaser, 28,75% Wasser und 1,60 % Mineralstoffe. Die getrockneten Datteln enthalten im Mittel 57,16% Gesamtzucker, 14,99% sonstige Kohlenhydrate, 1,89 % Stickstoffsubstanz, 0,60 % Fett, 3,76 % Rohfaser mit Kernen, 18,51 % Wasser und 1,83 % Asche (153).

Die Samen der Datteln bestehen im wesentlichen aus Hemizellulosen (Mannanen, Galaktanen u. a.), die bei der Keimung durch Fermente, die Zytasen, mobilisiert werden. Es finden sich in den Samen 5,29 % Stickstoffsubstanz, 74,55 % stickstoffreie Extraktstoffe und Rohfaser, 7,98 % Fett, 11,17 % Wasser und 1,01 % Asche (154).

Der Dattelhonig enthält nach König 67,10 % Gesamtzucker, und zwar 36,10 % Glukose, 31 % d-Fruktose, 3,20 % Pektinstoffe, 28 % Wasser und 1,70 % Mineralstoffe. Der aus dem Dattelhonig auskristallisierende Zucker ist nach Grimbert aus 83,40 % Glukose, und 11 % d-Fruktose zusammengesetzt (155).

Die Datteln bilden, wie schon erwähnt, ein unentbehrliches Nahrungsmittel für die Eingeborenen der Länder, in denen sie kultiviert werden. Da die Früchte zu verschiedenen Zeiten reifen, können sie mehrere Monate lang zur Erntezeit in frischem Zustande gegessen werden. Sie werden auch mit Mehl und anderen Zutaten vermengt zubereitet. Die nach dem Entkernen zusammengepreßten Früchte bilden ein haltbares Produkt, das auf den Märkten in großen Mengen zum Kaufe angeboten wird. Jahrelang haltbar sind die Datteln im getrockneten Zustande. Die Beduinen nähen die getrockneten und zusammengepreßten Früchte in Schafleder ein, dann entsteht eine Masse mit brotähnlichen Eigenschaften. Diese wird auch als Dattelbrot oder Wüstenbrot bezeichnet und als Vorrat aufbewahrt. In Nordafrika gelten die Datteln bei den Volksstämmen als das vornehmste Nahrungsmittel. Sie werden als Tauschmittel zum Einkauf von Waren benutzt, sind also dem Geld gleichwertig. Die derberen Früchte dienen zur Verproviantierung der Karawanen und gelangen zur Ausfuhr, besonders nach Europa und Amerika, wo sie als Obst und Näscherei Verwendung finden.

Der aus den Früchten ausfließende, süße Saft wird als Dattelhonig bezeichnet und gewonnen, indem man die reifen Früchte auf Palmhorden übereinanderhäuft und der Sonne aussetzt. Aus dem

so erhaltenen Sirup kristallisiert zuweilen in reichem Maße Zucker aus.

Die Dattelkerne werden eingestampft und ausgedrückt als Viehfutter verwertet. In geröstetem Zustande liefern sie den Dattelkaffee, besonders in Algerien. Sie werden vielfach als Fälschungsmittel benutzt, in Europa vor allem zur Fälschung von Gewürzen. Aus den schlechteren Dattelsorten wird nach der Gärung durch Destillation Alkohol gewonnen. In Vorderindien werden besonders die Datteln aus Maskat in großen Mengen zur Herstellung von Dattelbranntwein (47,50 Volumprozent Alkohol) verwandt.

Zu erwähnen ist noch, daß sowohl aus den Früchten wie aus dem Saft des Stammes, der etwa 5,60 % Mannit enthält, durch Gärung Palmwein bereitet wird.

4. **Johannisbrot.** Das Johannisbrot besitzt eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung vor allem deshalb, weil es ein ausgezeichnetes Vieh- und Kraftfutter darstellt. Es findet aber auch sonst mannigfache Verwendung als Nahrungsmittel wie als Ausgangsmaterial zur Alkoholgewinnung und wird in großen Mengen aus den Erzeugungsländern besonders nach Mitteleuropa ausgeführt.

Das Johannisbrot ist die Frucht von *Ceratonia siliqua*, des Johannisbrot- oder Karobbaumes, der zur Familie der Leguminosae gehört und durch die Kultur in zahlreichen Varietäten vorkommt.

Der Karobbaum wird bis 10 m hoch, ähnelt in seiner Gestalt dem Walnußbaum und besitzt eine breite Krone, die reichen Schatten gibt. Seine Blätter sind immergrün, haarig gefiedert und lederartig; die Blüten sind klein, stehen in kurzen, gebüschelten Trauben und sind zweihäusig. Sie besitzen keine Blumenblätter, sondern nur fünf kurze, unscheinbare Kelchblätter. Die männlichen Blüten haben fünf Staubblätter und einen rudimentären Fruchtknoten. Die fruchttragenden Blüten haben gleichfalls fünf Staubblätter, wahrscheinlich Staminodien und einen schildförmigen Diskus, in dessen Mitte sich ein kurzgestielter, langgestreckter, behaarter Fruchtknoten mit zahlreichen Samenanlagen befindet.

Die Früchte sind große, braune Hülsen, sie werden auch als Bockshörner, Sodbrot oder Karoben bezeichnet und hängen in großen Büschen an den Zweigen. Ein ausgewachsener Baum vermag mehr als 200 kg Früchte zu liefern. Die Bezeichnung siliqua = Schote ist falsch und stammt aus dem Altertum, ebenso wie der Name Ceratonia (kleines Horn). Damals machte man noch keinen Unterschied zwischen Schoten und Hülsenfrüchten. Die Karoben werden schon im unreifen Zustande vorsichtig vom Baum abgeschlagen und an der Sonne getrocknet. Alsdann werden sie der Nachreife überlassen, wobei sie gleichzeitig eine Gärung durchmachen, bei der bis 1,50 % Buttersäure entsteht.

Die gefächerten Hülsen sind kurzgestielt und springen nicht auf. Sie sind gerade oder gekrümmt und erreichen eine Länge von 10—25 cm, eine Breite von 2—4 cm, sowie eine Dicke von 5—10 mm. Die beiden Seiten der Hülse sind quergerunzelt und flach vertieft; die Ränder der Hülse sind wulstig verdickt. In der steifledrigen, zähen, glänzenden, dunkelbraunen Haut ist ein süßliches Fruchtmark (Mesokarp) enthalten, in dem in den Randwulsten reihenweise übereinandergestellte Höhlungen liegen. Diese Hohlräume sind ausgefüllt mit zähem Endokarp, in dem die zusammengepreßten braunen, breit eiförmigen Samen liegen, die etwa 5 mm lang sind. In den Samen findet sich in einem hellen Scheinendosperm der gelbliche Keimling, der zwei netzartige Kotyledonen besitzt.

Die Epidermis der Frucht, in der sich unregelmäßig verteilte Spaltöffnungen finden, besteht aus rundlichen, nach außen stark verdickten kutikularisierten Zellen, die einen braunen, phlobaphenartigen Inhalt und Oxalatdrusen besitzen. Ebenso wie die darunter liegenden 6—10 Lagen von flachen, rundlichen, parenchymatischen Zellen des Mesokarps. Darauf folgt eine Schicht engzelligen Parenchyms, die reichlich Steinzellen und dickwandige 1,5 mm lange und 25—35 μ dicke Fasern mit häufig gegabelten Enden besitzt. Diese Schicht dient als Schutzschicht für die dann folgenden Gefäßbündel, die in weitzelligem Parenchym Spiralgefäße und seltener bis 40 μ weite Tüpfelgefäße enthalten. Die weitzellige Parenchymschicht erstreckt sich bis zum Endokarp und stellt das Fruchtfleisch dar. Die Zellen sind

reich an Zucker und führen Inhaltsstoffe (viel Gerbstoff), die den bei der Dattel beschriebenen ähnlich sind. Sie sind gelblich und werden durch Alkalien schmutzigblau, durch Vanillin-Salzsäure leuchtend rot und durch Eisenchlorid schwarz gefärbt. Die Einschlüsse finden sich in einem geringen Abstand von der Zellwand und werden in der Regel beim Eintrocknen querrunzlig. Das Endokarp besteht aus einer Schicht von Fasern, Kristallkammerfasern und Steinzellen, die der oben beschriebenen des Mesokarps ganz ähnlich ist.

Die Epidermis der Samenschalen besteht aus der unter der derben Kutikula liegenden für die Leguminosen charakteristischen Palisadenschicht (170—250 μ hoch) und besitzt ferner eine schmale Schicht kreiselförmiger, starkverdickter Trägerzellen. Das Schleimendosperm besteht aus in den Ecken verdickten Zellen, die besonders charakteristisch sind. Die Kotyledonen enthalten Aleuronkörner.

Zur Veredlung und Kultur wird der Johannisbrotbaum gepfropft, beschnitten und am besten auch künstlich befruchtet. Das Pfropfen ist wichtig, weil die aus Samen erzeugten Bäume minderwertige Früchte liefern, und durch Beschneiden wird ein größerer Ertrag an Früchten erzielt. Jetzt erfolgt die Befruchtung meist durch den Wind. Es ist beobachtet worden, daß Winde, die aus Gegenden herkommen, in denen viel männliche Bäume wachsen, reicheren Fruchtertrag hervorrufen. Deshalb werden neuerdings auch die männlichen Bäume, die früher zum großen Teil einfach vernichtet oder nur zum Pfropfen verwendet wurden, besonders gepflegt.

Die Bäume gedeihen am besten auf sonnigen, felsigen Halden in der Nähe des Meeres, wo sie Schutz vor kalten Nordwestwinden haben. Sie wachsen langsam und liefern meist erst nach 20 Jahren einen Ertrag an Früchten. Ihre Lebensdauer beträgt aber häufig mehrere hundert Jahre.

Vermutlich wurde die Veredlung und Kultur des Johannisbrotbaumes schon durch das uralte Volk der Chetiter in Syrien betrieben, wo wahrscheinlich auch die Heimat des Baumes zu suchen ist. Die Kultur blieb aber nur auf den Orient beschränkt und verlor allmählich jegliche Bedeutung. Johannes der Täufer soll sich während seines Aufenthaltes in der Wüste von den Früchten ernährt haben. Darauf wird auch der Name Johannisbrot zurückgeführt. Erst später wurde die fast gänzlich verschwundene Kultur von den Arabern wieder aufgenommen. Ein vor dieser Zeit erfolgter Anbau in Italien, wie er von Palladius beschrieben wird, ist fraglich. Durch die Araber wurde die Kultur im östlichen Mittelmeergebiet, in Südeuropa und Nordafrika verbreitet. Doch wird der Baum noch heute auf Cypern in großen, waldähnlichen Anpflanzungen, ebenso auf Chios und Kreta, sowie in Indien kultiviert. Auf Kreta wird durch Pfropfen eine große, fleischige, sehr süße Sorte erzielt. Auf Cypern und in Syrien findet sich der Baum vielfach verwildert. Die durch die Kultur erzeugten Varietäten unterscheiden sich durch Form, Größe, Grad der Süßigkeit und Haltbarkeit.

Die Blätter des Johannisbrotbaumes werden vielfach von Pilzarten, besonders den Pyrenomyceten befallen; auf den Früchten wird zuweilen die Larve von Myelois Ceratoniae gefunden.

Als die besten Sorten des Johannisbrotes gelten die italienischen, die in bedeutenden Mengen aus Italien ausgeführt werden. Eine größere Ausfuhr von Johannisbrot erfolgt auch aus dem östlichen Mittelmeergebiet und Spanien. Der Hauptanteil kommt jedoch seit langer Zeit (seit mindestens 600 Jahren) von Cypern, das jährlich mehrere Millionen Kilogramm dieser Früchte liefert. Das als Viehfutter verwendete Johannisbrot wird meist nach Mitteleuropa, besonders England, in gewaltigen Massen ausgeführt, so exportierte Algier 1913 allein 2 658 t Johannisbrot.

Der Zuckergehalt des Johannisbrotes, der vor allem seinen Wert bestimmt, ist großen Schwankungen unterworfen. Er ist in hohem Maße von der Sorte, der Gegend, der Gewinnungsweise und besonders vom Klima abhängig. Es wurden in den Früchten gefunden: 10,30—26,00 % meist etwa 16,92 % Glukose, 8,20—29,40 % meist etwa 20 % Rohrzucker, 26,40 bis 51,10 % meist etwa 34,81 % Stärke, 0,50 bis 1,28 %, meist etwa 0,52 % Fett, Wachs, 1,82 % Gerbstoff, 5—6 % Stickstoffsub-

stanz, 9,24 % Rohfaser, 12,00—23,80 %, meist aber nur 11,28 % Wasser und 2,00 bis 2,53 %, meist etwa 2,53 % Asche. Die außerdem in den Früchten enthaltenen Fettsäuren, etwa 1,50 %, verleihen den Früchten den charakteristischen Geruch. Sie bestehen im wesentlichen aus 0,60 bis 1,30 % Isobuttersäure, Ameisensäure, Kapronsäure und Benzoesäure und werden, wie schon erwähnt, erst beim Nachreifen durch Gärung gebildet. Der Gehalt daran ist abhängig vom Alter und von der Aufbewahrung (157).

Nach den neueren Untersuchungen von Rothéa bestehen die Früchte zu 80,00 bis 92,00 % aus dem Perikarp der Hülsen und zu 8,00—20,00 % aus Kernen (Samen). Die Hülsen enthalten 8,50—11,00 % reduzierenden Zucker, 29,40—34,67 % Rohrzucker, 24,57—30,70 % andere stickstofffreie Extraktstoffe, 4,80—7,82 % Zellulose, 3,00—4,35 % Stickstoffsubstanz, 0,25 bis 0,42 % Fett, 12,00—19,50 % Wasser und 2,50—4,07 % Asche (158).

Das Endosperm der Samen besteht im wesentlichen aus Hemizellulosen (etwa 80 % Mannogalaktan), die bei der Keimung durch die Wirkung des Fermentes Carubinase (Seminase) hydrolysiert werden, wobei besonders d-Mannose neben d-Galaktose entsteht. In den Samen sind enthalten 62,00 % Kohlenhydrate, 2,30 % Fett, 18,29 % Stickstoffsubstanz, 11,40 % Wasser und etwa 3,00 % Asche (159). Sie werden in großem Maßstab auf Pflanzenschleim verarbeitet.

Das Johannisbrot findet in den Erzeugungsländern vor allem als Viehfutter (Schweine, Pferde, Esel) und als Mastfutter besonders zur Schweinemast Verwendung. Es wird aber auch als Kraftfutter, wie schon erwähnt, in großen Mengen ausgeführt. Als Nahrungsmittel wird es fast nur von der ärmeren Bevölkerung benutzt, besonders in geröstetem und gebackenem Zustande. In Mitteleuropa, besonders in Deutschland, dient es als Naschwerk für Kinder. Als Zusatz zu Brusttee findet es zuweilen auch medizinische Verwendung. Aus den besonders zuckerreichen Fruchtsorten wird durch Auspressen ein honigähnlicher Saft gewonnen, der als »keratomeli« oder Körnchenhonig bezeichnet wird. Er wird als Sirup gegessen oder zur Konservierung von Früchten verwandt. Aus dem Saft der schlechteren Sorten wird durch Gärung Alkohol gewonnen (Portugal, Italien u. a.). Die Früchte werden ferner noch zur Herstellung von Tabaksoßen, sowie in geröstetem und zerkleinertem Zustande als Kaffeesurrogat (Karobenkaffee), besonders in Österreich, verwandt.

Die Samen dienten früher Juwelieren und Apothekern wegen ihrer harten, flachen, gleichmäßigen Beschaffenheit als Gewichte. Das Gewichtmaß wurde als Karat (= etwa 0,18 g) bezeichnet. Es wird noch heute vielfach als Gold- und Edelsteineinheit verwandt. Der Name Karat stammt vom Italienischen carato, der von ceratonia abgeleiteten Bezeichnung für die Form der Hülsenfrucht. Der Name Karoben stammt vom Arabischen kharrûb. Wegen der Samen vgl. „Schleime“ B, II. 13.

5. **Bananen.** Die Bananen bilden ein sehr wichtiges Nahrungsmittel der Länder, in denen sie kultiviert werden. Sie sind aber auch als Handelsartikel für die Tropen und neuerdings auch für die Weltwirtschaft von Bedeutung.

Die im Handel befindlichen Bananen sind die Früchte von *Musa paradisiaca*, Pisang oder Paradiesfeige, und von *M. Cavendishii*, chinesische oder Cavendish-Banane, die zur Familie der Musaceae gehören und in den Tropen der Alten Welt heimisch sind. Der Pisang ist eine der ältesten Kulturpflanzen, die in zahlreichen Kulturformen vorkommt. Die Cavendish-Banane dagegen wird erst seit neuerer Zeit kultiviert, findet sich aber ebenfalls in einer größeren Anzahl von Spielarten.

Man unterscheidet in der Kultur zwischen den sogenannten Mehlbananen oder Planten, die von *M. paradisiaca var. sapientium* stammen, und den Obstbananen.

Die Stammpflanzen sind einjährige Kräuter von riesenhaftem Wuchs. Ihre Scheinstämme, die eine Höhe von 6—10 m erreichen, werden aus ineinander geschachtelten Blattstielscheiden gebildet. Die Pflanzen blühen nur einmal, treiben aber unterirdische Ausläufer, die sich nach aufwärts krümmen und als Schößlinge neue, Blütenstände tragende Scheinstämme bilden. Die Blätter sind sehr groß, fiedernervig und werden durch den Wind leicht

zerfetzt, weil sie nur von einem zarten Randnerv zusammengehalten werden. Dadurch sind die weichen Stämme in der Lage, auch stärkeren Stürmen zu widerstehen.

Sie tragen nur einen endständigen, meist hängenden, bis 1,5 m langen Blütenstand, dessen Blüten sich erst nach beendetem Größenwachstum entfalten. Der Blütenstand besteht aus drei Teilen, dem untersten, der nur weibliche, dem obersten, der nur männliche und dem mittleren Teil, der unfruchtbare Zwitterblüten trägt. Diese Teilblütenstände, in denen die Blüten in gedrehten Reihen stehen, werden von großen, roten, blauen oder violettgefärbten Scheiben umgeben. Die Blüten besitzen sechs Blütenhüllblätter, die zum Teil verwachsen sind. Die männlichen Blüten haben sechs Staubgefäße, von denen nur fünf fruchtbar sind, die weiblichen Blüten bestehen aus einem unterständigen Fruchtknoten mit einem langen Griffel, der eine schwach gelappte Narbe trägt, und sechs Staminodien. Die fleischige Frucht springt nicht auf, ist also eine Beerenfrucht.

Die bis 30 cm lange und 3—4 cm dicke Frucht ist 3—5 kantig, gurkenähnlich, undeutlich dreifächrig und besitzt eine schöngelbe bis rote Farbe. An der Spitze der Frucht findet sich eine deutliche, von den abgefallenen Blütenhüllblättern herrührende Narbe. Das Fruchtfleisch, das durch den fruchtmusartigen Arillus gebildet wird, ist wenig saftig, etwas mehlig, süß, stark aromatisch und von gelblichweißer bis rötlicher Farbe. Die von dem Arillus eingehüllten Samen sind entweder verkümmert, klein und braun oder gar nicht mehr vorhanden, ein Zeichen der uralten Kultur der Pflanze.

Die Frucht besteht zu 32 % aus der Fruchtschale und zu 68 % aus dem Fruchtfleisch.

Die Fruchtschale ist rindenartig, zäh, ledrig und leicht abziehbar. Es finden sich in ihr zahlreiche Gefäßbündel und Fasern.

Die Epidermis der Frucht setzt sich aus kleinen, polygonalen, dickwandigen Zellen zusammen und besitzt eine undeutlich gestreifte Kutikula. Die Außenschicht des Fruchtfleisches besteht aus kleinen, dicht beieinanderliegenden Zellen, die nach innen zu größer und dünnwandiger werden und schließlich in ein Schwammparenchym übergehen. In der Außenschicht verlaufen Bündel, die neben großen, bis 50 μ weiten Spiralgefäßen fast nur aus Fasern bestehen. Die Begleitzellen der Bündel sind riesenhafte braune Zellen (bis 500 μ Durchmesser), die in einer oder in mehreren Reihen vorhanden sind. Ferner finden sich stets vereinzelte raphidenhaltige Zellen. Je nach dem Reifezustand und der Sorte ist das Fruchtfleisch reich an Stärke oder Zucker.

Für den mikroskopischen Nachweis der Bananen sind das charakteristische Stärkemehl und die Raphiden wichtig.

Da die äußerst zahlreichen Kulturformen fast alle samenlos sind, so erfolgt die Vermehrung, wie schon erwähnt, durch Schößlinge. Diese werden zur Kultur in der Nähe ihrer Basis von der Mutterpflanze abgeschnitten und in gut gedüngte Pflanzlöcher gesteckt. Der Scheinstamm der Mutterpflanze wird umgeschlagen und durch ein bis zwei Schößlinge weiter fortgepflanzt.

Die Pflanze braucht zu ihrem Gedeihen Wärme, Feuchtigkeit, nährstoffreichen Boden und vor allem Schutz gegen den Wind. Dieser ist ihr größter Feind, da er durch starke Zerfetzung der Blätter die Ertragfähigkeit der Pflanze erheblich schädigt oder gar vernichtet. Deshalb werden die Bananen auch oft durch Anpflanzung größerer Bäume mit breiter Krone geschützt. Sie werden meist an den Rändern von Sümpfen oder an Flußläufen kultiviert. Am üppigsten gedeihen sie aber in geschützten Niederungen in der Nähe des Meeres. Die Banane gilt als die Pflanze, die auf einem kleinen Raum die größte Menge an Nährstoffen zu liefern vermag. Die Haupterntezeit liegt in den Monaten Januar bis Mai.

Zur Großkultur der Obstbananen werden gewöhnlich 800 Schößlinge auf das Hektar gepflanzt, die im Durchschnitt 700 bis 800 Bündel Bananen liefern, von denen jedes Bündel 78—132 Früchte besitzt. Es gelangen die ganzen Fruchtstände zur Ausfuhr, früher in unreifem, neuerdings vielfach in reifem Zustande.

Die Heimat von *Musa paradisiaca* ist wahrscheinlich Vorderindien, ihre wilde Form ist unbekannt. Sie muß als Kulturpflanze schon in vorgeschichtlicher Zeit

nach Afrika gekommen sein. Auch in der Südsee wurde sie bereits überall kultiviert, als die Europäer hinkamen. Jetzt wird sie in den gesamten Tropen angebaut, die Mehlbanane vor allem in den regenreichen Gebieten Afrikas und die Obstbanane in allen wärmeren Gegenden mit Ausnahme der dürren Steppen.

M. Cavendishii stammt aus Südchina und wurde erst 1829 nach Mauritius eingeführt. Jetzt erstreckt sich ihre Verbreitung über die ganze Zone der Bananenkultur.

Neuerdings wird sie ebenso wie *M. paradisiaca* auch in Amerika kultiviert. Ihre Früchte gelten als wohlschmeckender, sind aber empfindlicher und müssen zur Ausfuhr sorgfältig verpackt werden.

Die jetzt meist in reifem Zustande transportierten Obstbananen besitzen einen viel feineren Geschmack als die unreif ausgeführten; doch muß ihrer geringen Haltbarkeit wegen ihr Transport sehr rasch erfolgen, und zwar auf Schiffen und in Zügen, die mit Kühlvorrichtungen versehen sind. Sie bilden einen Handelsartikel von großer Bedeutung, ebenso wie die geschälten und getrockneten Bananen-»Feigen« und werden in gewaltigen Mengen von den kanarischen Inseln und Westindien (Jamaika und Kuba), sowie Zentral-Amerika (Kostarika) ausgeführt, besonders nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika, weniger nach Europa (England).

Über die chemische Zusammensetzung der Mehlbananen, die reich an Stärke sind, geringe Mengen von Zucker und 3—5 % Eiweißstoffe enthalten, liegen keine näheren Angaben vor, da diese Früchte nicht zur Ausfuhr gelangen. Dagegen ist über die Zusammensetzung der Obstbananen eine ganze Reihe von Untersuchungen bekannt.

Die frischen Früchte enthalten im unreifen Zustande 0,29 % Glukose, 11,11 % Stärke, 10,07 % sonstige Kohlenhydrate, 1,35 % Eiweiß, 0,18 % Fett, 0,36 % Gerbstoff, Gummi usw., 0,26 % Säure (Apfelsäure), 0,66 % Rohfaser, 75,11 % Wasser und 0,87 % Asche. In getrocknetem Zustande wurden in den unreifen Bananen gefunden: 1,75 % Glukose, 42,11 % Stärke, 36,87 % sonstige Kohlenhydrate, 5,13 % Eiweißstoffe, 0,69 % Fett, 1,38 % Gerbstoff, Gummi usw., 2,52 % Rohfaser, 5,75 % Wasser und 3,30 % Asche.

Beim Nachreifen der unreifen Früchte steigt der Gehalt an Zucker. So wurden z. B. festgestellt: 4,71 % reduzierender Zucker, 7,24 % Rohrzucker und 0,19 % freie Säure (161).

Die reifen Früchte bestehen zu etwa 32 % aus der Schale und zu 68 % aus dem Fruchtfleisch.

Das Fruchtfleisch enthält 22,01 % Gesamtzucker und zwar 4,72 % Glukose, 3,61 % d-Fruktose und 13,68 % Rohrzucker. Der Zuckergehalt schwankt je nach der Sorte zwischen 15 und 25%.

Die ganzen Früchte haben folgende mittlere Zusammensetzung: 10,78 % Invertzucker, 8,88 % Rohrzucker, 3,12 % sonstige Kohlenhydrate, 0,38 % Säure (Apfelsäure), 1,33 % Stickstoffsubstanz, 0,80 % Rohfaser, 73,76 % Wasser und 0,89 % Asche (163).

Die Bananen enthalten ferner: Isovaleriansäureester und Amylazetat, letzteres bedingt den eigenartigen Geruch der Früchte. Gegen Ende des Reifungsprozesses, bei dem die Stärke in Zucker unter der Mitwirkung von Enzymen, Amylasen u. a. übergeführt wird, tritt eine Verminderung des Gehaltes an Kohlenhydraten infolge der Atmung ein.

In getrockneten Bananen, die aus 13,43 % Wasser und 86,57 % Trockensubstanz bestanden, wurden festgestellt: 67,27 % Invertzucker, 5,57 % Stickstoffsubstanz, 3,43 % Asche und 9,35 % unlöslicher Rückstand.

Reife, geschälte Bananen enthielten im Mittel 59,86% Gesamtzucker, 8,72% sonstige Kohlenhydrate, 1,27 % Säure (Apfelsäure), 0,45 % Fett, 3,45 % Stickstoffsubstanz, 1,60 % Rohfaser, 22,18 % Wasser und 2,47% Asche.

Sowohl die Mehl- wie die Obstbananen besitzen einen hohen Nährwert und sind daher wichtige Nahrungsmittel der Eingeborenen der Erzeugungsländer.

Die Mehlbananen bilden besonders in den regenreichen Gegenden Afrikas zeitweise die Hauptnahrung der Eingeborenen und werden im gekochten, gedämpften oder gebratenen Zustande, selten jedoch roh, gegessen. Das Bananenmehl dient zur Bereitung von Speisen, wie z. B. Grütze und zum Backen von Brot oder

Kuchen. Aus den Früchten werden ferner Bananenmost und -wein hergestellt, die angenehm schmeckende, erfrischende Volksgetränke sind.

Die feinsten Sorten der Obstbananen bleiben in den Tropen, wie z. B. die Früchte der Fürstenbanane, *Pisang radja,* der Goldbanane, *P. mas* u. a., weil sie den Transport nicht vertragen. Sie sind außerordentlich bekömmlich und sehr wohlschmeckend und haben deshalb auch in den Vereinigten Staaten größte Verbreitung gefunden, nur in Europa haben sie noch nicht die Beachtung, die sie infolge ihrer leichten Verdaulichkeit und Bekömmlichkeit verdienen.

Die in den unreifen Früchten enthaltene Stärke kommt als Guayana-Arrowroot in den Handel.

6. **Citrusfrüchte.** Die Citrusfrüchte haben eine große Bedeutung für die Weltwirtschaft erlangt, sowohl wegen ihrer weiten Verbreitung als Obst, wie auch durch die Mannigfaltigkeit der aus ihnen hergestellten Produkte, wie Zitronensäure, ätherische Öle usw.

Die Stammpflanzen dieser Früchte gehören zur Gattung *Citrus* oder *Agrume* der Familie der Rutaceae. Diese Gattung umfaßt sieben Arten, von denen zwei in Australien, *C. australis* und *C. australasica,* eine in Japan, *C. trifoliata* und die übrigen vier, die wichtigsten Arten, *C. medica, C. aurantium, C. hystrix* und *C. nobilis* in Südasien, vielleicht auch zum Teil im südlichen China ihre Heimat haben. Die einzelnen Arten kommen zum Teil als Kulturpflanzen in zahlreichen Varietäten vor.

Die zur Gattung Citrus gehörenden Arten sind Sträucher oder kleine Bäume, die abwechselnd stehende, einfache, lederige Blätter besitzen; eine Ausnahme bildet die japanische Art, die dreizählige Blätter besitzt. Die Blattstiele sind verschieden stark geflügelt, oft finden sich auch achselständige, pfriemenförmige Dornen. Die weißen oder rötlichen Blüten stehen meist in achselständigen Doldentrauben und besitzen in der Regel einen starken, angenehmen Duft, die Pflanzen sind der Insektenbestäubung angepaßt. Die strahligen Blüten sind fünfgliedrig, die Staubblätter bilden meist zwei Kreise. Zwischen ihnen befindet sich das Nektarium häufig am Grunde des Fruchtknotens als ringförmiger, wulstiger Diskus. Der Fruchtknoten entsteht durch Verwachsen des meist fünfgliedrigen Kreises der Fruchtblätter; er ist in der Regel rundlich oder oval gefächert und enthält gewöhnlich zahlreiche Samenanlagen. Die ebenfalls verwachsenen Griffel tragen eine kopfförmige Narbe. Die Früchte sind große Beerenfrüchte. In den Samen sind oft mehrere Keimlinge enthalten (Polyembryonie), die dadurch entstehen, daß Zellgruppen des Nucellus in den Zellkern hineinwachsen und dort, ohne befruchtet zu werden, eine Umbildung zu Keimlingen erfahren (Nucellarembryonen).

Die großen Beerenfrüchte bestehen meist aus einer dicken Außenschicht (Exokarp) und einer schwammigen Innenschicht (Endokarp). In der Epidermis der Außenschicht finden sich Spaltöffnungen, und bei reifen Früchten sind in den Zellen gelbe Chromatophoren in Körnerform vorhanden. In dem kollenchymatischen Parenchym, das unter der Epidermis liegt, sind Öldrüsen eingebettet, die durch Auseinandertreten und Auflösung von Zellkomplexen gebildet werden (schizolysigene Sekretbehälter) und in einen kurzen Ausführungsgang an die Oberfläche münden. In den Parenchymzellen findet sich häufig das Glukosid Hesperidin in reicher Menge. Unter der kollenchymatischen Schicht liegt die aus tangentialgestreckten Parenchymzellen bestehende innere, weiche Schicht der Fruchtschale.

Die Innenschicht besitzt zwischen häutigen Keilwänden, die aus mehreren Schichten stark verdickter, getüpfelter und verholzter Zellen bestehen, Saftsäcke eingelagert. Diese Saftsäcke stellen das Fruchtfleisch dar und sind Auswüchse der Innenseite der Fruchtwand. Sie bestehen aus einem vielzelligen Gewebe von keulen- und schlauchförmiger Gestalt. In dem süßen oder sauren Zellsaft sind kleine, gelbe Farbstoffkörper, sowie Oxalatkristalle enthalten.

Die Früchte der in Ostaustralien heimischen Arten, *Citrus australis* und *C. australasica* besitzen keine Bedeutung, ebenso finden die Früchte der aus Japan stammenden Art, *C. trifoliata* (*Aegle sepiaria*) keine Verwendung. Letztere Art dient zuweilen als Pfropfunterlage bei der

Kultur von Orangen in kälteren Gegenden, weil sie die einzige frostharte Art der Gattung ist.

Von zum Teil sehr großer wirtschaftlicher Bedeutung sind dagegen die Früchte der Arten *C. medica, C. aurantium, C. hystrix* und *C. nobilis,* der eigentlichen Agrumen (Sauerfrüchte). Von den drei erstgenannten Arten sind wildwachsende Formen in Indien, besonders Hinterindien und in dem malaiischen Archipel bekannt.

Die Früchte von *Citrus medica,* der Limonen- oder Zitronenagrume, besaßen, als sie in Kultur genommen wurden, fast saftloses Fruchtfleisch, wurden nur als Heilmittel verwandt (bei den alten Römern) und dienten auch als Schutzmittel gegen Motten. Diese alte Kulturform, als *C. medica var. prisca,* echte Zitrone, bezeichnet, ist noch bis zur Gegenwart in zwei etwas veränderten Formen erhalten geblieben, der Ethrog-Zitrone (*C. med. var. ethrog*) und der Cedrat-Zitrone (*C. med. var. cedro*).

Die Ethrog-Zitrone, auch Adams- oder Paradiesapfel genannt, besitzt rundliche oder etwas längliche, hellgelb gefärbte Früchte, die fast nur zu rituellen Zwecken Verwendung finden, besonders bei den Juden.

Die Cedrat-Zitrone, auch Zitronatzitrone genannt, ist von Bedeutung wegen der Bereitung von Zitronat aus den Fruchtschalen der unreifen Früchte. Die Früchte sind größer als die der Ethrog-Zitrone und können bis fünf Pfund schwer werden. Sie sind meist runzlig und haben eine sehr stark entwickelte Innenschale, die das Fruchtfleisch darstellenden Saftsäcke sind dagegen nur wenig ausgebildet.

Die Kultur der Zitronatzitrone erfolgt vor allem im Mittelmeergebiet. Die Herstellung von Zitronat, bei der nur die Innenschale verwertet wird, erfolgt durch Aufweichen der unreifen, grünen Fruchtschale, Behandlung mit Wasser, Bleichen an der Sonne und Einlegen in Zucker- oder Stärkezuckersiruplösung von abgestuftem, steigendem Gehalt. Die so erhaltenen Produkte werden entweder mit Zuckerlösung glasiert oder getrocknet. Das im Handel befindliche Zitronat enthält 42,80 % Invertzucker, 28,77 % Rohrzucker, 0,18 % Säure, 6,46 % Stärke bzw. im Wasser unlösliche Substanz, 19,73 % Wasser und 0,96 % Asche (165). Es wird im Haushalt und besonders in Konditoreien verwandt. — Die in Deutschland als Zitronen, sonst allgemein als Limonen bezeichneten Früchte von *C. med. var. limonum,* der Sauerzitrone oder Limone, haben wegen ihrer mannigfaltigen Verwendung eine große wirtschaftliche Bedeutung.

Sie besitzen eine charakteristische Gestalt, sind etwas länglich, dünnschalig, hellgelb und haben eine endständige Warze (Zitze). Das Fruchtfleisch ist sehr saftig und sauer.

Die Zitrone soll zuerst in Persien kultiviert worden sein und ihre Kultur sich von dort allmählich über Vorderasien ausgebreitet haben. Nach Europa und zwar zunächst nach Sizilien kam sie erst im 10. Jahrhundert durch die Araber. Ende des 11. Jahrhunderts wurde sie durch Kreuzfahrer aus dem Orient nach der Riviera gebracht. In Italien fand sie allmählich allgemeine Verbreitung. Die Früchte erlangten immer größere Bedeutung und die Kultur der Pflanze dehnte sich über die ganze Welt aus.

Die einzelnen Bäume liefern bei guter Pflege 800—1200, sogar bis 2000 Früchte; diese werden meist im zweiten bis vierten Monat der Erntezeit, die 7—10 Monate dauert, gesammelt.

Das Fruchtfleisch enthält im allgemeinen etwa 6% Gesamtzucker (nach anderen Angaben nur 1—2 %), ferner das Glukosid Hesperidin, 5—8 %, meist 6—7 % Zitronensäure, oft sogar bis 10 %, je nach der Jahreszeit, dem Alter usw., 1—2 % zitronensaure Salze der Alkalien und Erdalkalien, Pektinstoffe, Schleimstoffe usw. (166). Im Mittel wurden gefunden: 3,01 % Invertzucker, 2,97 % Rohrzucker, 2,45 % sonstige Kohlenhydrate (nach anderen Angaben nur 0,37 % Invertzucker und kein Rohrzucker), sowie 5,39% Zitronensäure, 0,74 % Stickstoffsubstanz, 1,24 % Rohfaser, 82,64 % Wasser und 0,56 % Asche (167).

Im Saft der ausgepreßten Zitronen finden sich in 100 g nach König: 0,90 bis 2,50 g Gesamtzucker, 0,027—0,067 g Stickstoff, 4,00—8,00 g Zitronensäure, 5,50 bis 11.00 g Gesamtextrakt und 0,305—0,565 g

Mineralstoffe, deren Alkalität 3,90 bis 6,20 ccm Normalsäure entspricht (168).

Nach den Angaben von R. Huerre sind im Zitronensaft enthalten: 1,8—2,00% Invertzucker, 0,40—0,50 % Rohrzucker, 0,40 % Pektin- und Schleimstoffe, 7,00 bis 7,50 % Zitronensäure, 0,40—0,60 % Apfelsäure, 1,60—1,80 % Asche (169).

Da der im Handel befindliche Saft oft schwach angegoren ist, enthält er unter entsprechender Abnahme des Invertzukkers etwa: 0,10—1,00 % Alkohol, geringe Menge von Glyzerin und Essigsäure (bis 0,341 %). Essigstichiger Zitronensaft besitzt dagegen einen Gehalt von 0,92 bis 1,28 % Essigsäure (170).

Die Zitronen finden vor allem im Haushalte ausgiebige Verwendung. Sie dienen als Erfrischungsmittel, besonders in Form von Limonade und werden wegen ihrer fäulniswidrigen Eigenschaften medizinisch benutzt, in neuerer Zeit auch als Vorbeugungsmittel gegen Skorbut. Wichtig sind die Zitronen als Ausgangsmaterial zur Zitronensäuredarstellung und wegen ihres Gehaltes an ätherischem Öl (Oleum citri).

Die Früchte der süßen Zitrone oder Lumie, *C. medica var. lumia,* sowie der süßen Limette, *C. medica var. limetta,* besitzen keine Bedeutung.

Die Limonelle oder saure Limette, *C. medica var. acida* besitzt dagegen Früchte, die von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung besonders in den Tropen sind, wo sie als Ersatz für die Sauerzitronen dienen.

Diese Varietät wird in Westindien (besonders Dominika) in großen Anpflanzungen kultiviert. Ihre Früchte sind klein und rundlich, besitzen eine blasse, dünne Schale und sehr saures, saftiges und aromatisches Fruchtfleisch. Sie gelten für erfrischender als die Sauerzitronen, werden neuerdings auch nach Europa exportiert und außer zur Herstellung von Limettensaft, besonders in den Tropen, auch zur Gewinnung von Zitronensäure und ätherischem Öl verwandt.

Die Orangen-Agrume, *Citrus aurantium,* ist ebenfalls eine weitverbreitete Kulturpflanze, die in vielen Varietäten kultiviert wird.

Die Früchte der wohl ursprünglichsten Varietät, *C. aurantium var. amara,* der Pomeranze oder Bigaradie, werden mannigfach verwandt. Die Pflanze dient oft als Pfropfunterlage für die Orangen, weil sie widerstandsfähiger ist als diese. Die Früchte sind rund und goldgelb, besitzen ein saures Fleisch und eine bittere Schale. In Europa wurde diese Pflanze vermutlich im 10. Jahrhundert zusammen mit der Sauerzitrone durch die Araber eingeführt. Seitdem hat sich ihre Kultur auf alle wärmeren Länder, besonders das Mittelmeergebiet, ausgedehnt.

Die unreifen Früchte (*Fructus Aurantii immaturi*) enthalten transitorische Stärke, etwa 10 % des Glukosides Hesperidin und das bittere Glukosid Aurantiamarin, ätherisches Öl, Bitterstoffe, in der Fruchtschale Apfel- und Zitronensäure u. a. Sie finden in der Medizin Verwendung, ebenso wie die Blätter (*Folia Aurantii*) und die Fruchtschalen der reifen Früchte (*Cortex fructus Aurantii*).

Die Fruchtschalen werden entweder ganz benutzt, oder es wird die äußere, aromatische Schicht verwandt. Sie enthalten Glukose, d-Fruktose, Rohrzucker, etwas Hesperidin, das bittere Aurantiamarin, ätherisches Öl usw. Sie dienen besonders zur Herstellung von Pomeranzenlikör, Curaçao u. a. m.

Aus den unreifen Früchten wird ferner ebenso wie aus den Blättern ätherisches Öl, Petitgrainöl, gewonnen.

Die Früchte der myrtenblätterigen Pomeranze, *C. aurantium var. myrtifolia,* sind sehr klein und sauer. Sie werden, in Zucker eingelegt, als Chinois in den Handel gebracht.

Die süße Orange oder Apfelsine, *Citrus aur. var. sinensis,* oder *dulcis,* ist die wichtigste Varietät dieser Art. Ihre Früchte sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung, sowohl infolge ihrer Verwendung als Obst, wie als Ausgangsmaterial zur Gewinnung von ätherischem Öl. Die Apfelsine wird in zahlreichen Formen kultiviert, wie z. B. als Orange, Blutorange, Nabelorange u. a.

Die Kultur der Apfelsine bestand vermutlich schon im 14. Jahrhundert in Europa, wurde aber erst Mitte des 16. Jahrhunderts durch die Portugiesen, die bessere Kulturformen einführten, zu voller Blüte gebracht. Jetzt wird sie im Mittelmeergebiet, Kalifornien, Ostasien, Australien, Kapland und in den gesamten Tropen angebaut.

Die Hauptmenge der nach Mitteleuropa eingeführten Früchte kommt aus dem Mittelmeergebiet, aber auch Westindien (Jamaika), Australien und das Kap liefern große Mengen.

Die Apfelsinen bestehen zu 27,80 % aus den Schalen, zu 71 % aus dem Fruchtfleisch und zu 1,20 % aus den Samen.

Die Schale enthält vermutlich d-Fruktose, sowie bis 6 % Pektinstoffe und vor allem ätherisches Öl in reicher Menge (süßes Pomeranzenöl, Oleum Aurantii dulcis). Im Mittel sind vorhanden 0,88 % Stickstoffsubstanz, 3,23 % Pektose, 0,58 % Fett, 70,40 % Wasser und 2,57 % Asche (171).

Im Fruchtfleisch finden sich 3,88 bis 7,29 % Invertzucker, 0,84—8,07 % Rohrzucker (bei der Reife zunehmend), ferner das Glukosid Hesperidin, Asparagin, Glutamin usw. Im Mittel sind enthalten 5,88 % Invertzucker, 2,54 % Rohrzucker, 4,22 % sonstige Kohlenhydrate, 1,35 % Säuren (= Zitronensäure), 0,82 % Stickstoffsubstanz, 0,45 % Rohfaser, 84,26 % Wasser und 0,48 % Asche (172).

Der ausgepreßte Apfelsinensaft enthält bei einem spez. Gewichte von 1,0477: 8,74 % Gesamtzucker, 0,29 % sonstige Kohlenhydrate, 1,12 % Alkohol, 1,38 % Zitronensäure, 0,50 % Stickstoffsubstanz, 2 %), ferner 8,57—19,60 % reduz. Zucker Wasser und 0,49 % Asche (173).

Die Samen enthalten einen Bitterstoff (Limonin), ferner im Mittel 11,76 % Fett, 6,57 % Stickstoffsubstanz, 3,09 % Rohfaser, 48,40 % Wasser und 10 % Asche (174).

Die Früchte dienen, wie schon erwähnt, hauptsächlich als Obst. Aus den Fruchtschalen wird ätherisches Öl gewonnen.

Die breitflügelige Orange, *Citrus hystrix,* wird im wesentlichen nur in einer Form kultiviert und zwar als Pampelmuse, *C. hys. var. decumana,* auch Pompelmus, Pumelo, Schaddak oder Riesenorangen genannt.

Die Früchte sind dickschalig, rund, am oberen Ende oft etwas abgeflacht, werden oft kopfgroß und können ein Gewicht von sechs Kilo erreichen.

Die Pampelmuse wird vor allem in den Tropen kultiviert, weniger im Mittelmeergebiet. Ihre Früchte enthalten an Stelle von Hesperidin das Glukosid Naringin (etwa 2%), ferner 8,57—19,60% reduz. Zucker (Glukose), 6,20—15,15 % Rohrzucker und 1,85—5,98 % Säure (= Zitronensäure) (175); die Fruchtschale ist reich an ätherischem Öl. Die tonisch anregend wirkenden Früchte werden entweder roh oder mit Zucker und Wein zubereitet gegessen.

In den Südstaaten Nordamerikas, sowie in Westindien ist eine Spielart der Pampelmuse in Kultur, deren Früchte wesentlich kleiner sind und in Trauben stehen. Sie wird als Grapefruit bezeichnet, und ihre Früchte werden als Luxusobst ausgeführt.

Die Mandarine, *Citrus nobilis,* (*C. reticulata*) hat runde, etwas abgeflachte Früchte, die einen eigenartigen Geruch besitzen. Die Fruchtschale ist dunkelorangefarben und leicht ablösbar; das Fruchtfleisch ist saftig und rot gefärbt.

Die Heimat der Mandarine ist wahrscheinlich Kotschinchina und Südchina. Sie ist noch empfindlicher als die Orange und wird jetzt vor allem in den wärmeren Gegenden des Mittelmeergebietes, wo sie erst im Jahre 1828 eingeführt wurde, in steigender Menge kultiviert. Da die Früchte früher reifen als die Orange, so bilden sie in Mitteleuropa besonders zur Weihnachtszeit einen großen Handelsartikel.

Sie enthalten im Fruchtfleisch 0,50 bis 1,50 % reduz. Zucker, 0,40—3,00 % Zitronensäure, Hesperidin u. a., in der Fruchtschale 1,80—2,50 % ätherisches Öl u. a. (176).

III. Zuckerhaltige oberirdische Sprosse.

Die ausgewachsenen Sprosse der Pflanzen, die je nach ihrer Dauer und Beschaffenheit als Halme, Stengel, Stämme usw. bezeichnet werden, dienen vielfach als Speicherorgane für Reservestoffe. So finden sich z. B. Zucker im markigen Innengewebe der Halme (Zuckerrohr, Sorghum usw.) und auch in Stämmen. Bei letzteren ist der Zucker dann in den parenchymatischen Teilen der Gewebe, des Bastes, der Rinde, der Markstrahlen und, wenn noch vorhanden, im primären Rindenparenchym gespeichert. Vorüber-

gehend, besonders zu Beginn neuer Vegetationsperioden kommen auch in den wasserleitenden Geweben, den Tracheiden und Gefäßen größere Mengen Zucker vor (Agaven, Birken, Ahorn, Palmen usw.).

Über die Bildung der Zucker ist noch nichts Sicheres bekannt, doch dürften wahrscheinlich Enzyme beteiligt sein, die die im Herbst und Winter aufgespeicherten höheren Polyosen, wie Stärke und die als Reservestoffe fungierenden Hemizellulosen im Frühjahr wieder mobilisieren. Der Zuckergehalt ist sehr verschieden, je nach der Jahreszeit, am höchsten meist im aufsteigenden Frühjahrssaft. Auch bei den einzelnen Stämmen ist der Gehalt an Zucker oft von der Höhe abhängig, in der der Saft entnommen wird. So ist z. B. der Saft des Ahorns in den höheren Teilen des Baumes zuckerreicher als in den unteren.

Von den in den Sprossen vorkommenden Zuckerarten ist vor allem der Rohrzucker wichtig, der sich in Gräsern, Ahornarten, Palmen, Agaven u. a. reichlich findet. Seltener und meist nur in jungen Trieben und Blättern kommt Raffinose vor (bei einigen Gattungen der Koniferen), sowie Stachyose neben Mannit in der Rinde von *Jasminum* (Oleaceae). Von den höheren Polyosen sind sowohl Stärke als häufiger Reservestoff bei vielen Bäumen (Palmen, Obstbäumen, Buchen u. a.), wie die als Reservestoffe dienenden Hemizellulosen von Bedeutung. Weiter findet sich noch Inulin bei holzigen Kompositen.

Wirtschaftlich außerordentlich wichtig sind 1. die in den Halmen einiger Süßgräser (Gramineae) gespeicherten Zucker, wie Rohrzucker und Sorghumzucker sowie 2. die im Saft der Stämme einiger Ahornarten sich findenden Ahornzucker und die im Saft vieler Palmstämme angehäuften Palmzucker.

1. Zuckerhaltige Halme einiger Süßgräser.

a) **Sorghum:** Der Sorghumzucker besaß vorübergehend in den Vereinigten Staaten von Nordamerika Bedeutung, ist aber jetzt fast vollständig durch den aus der Zuckerrübe gewonnenen Zucker verdrängt worden.

Er wird hauptsächlich aus *Andropogon sorghum var. saccharatus,* der Zuckerhirse, gewonnen. Diese ist eine Kulturform von *Andropogon sorghum,* Sorghum oder Durra, die zur Familie der Gramineae gehört und die wichtigste Getreidefrucht der Eingeborenen Afrikas, Indiens und Chinas ist. Aus ihren Halmen wird gelegentlich ebenfalls Zucker hergestellt.

Die Zuckerhirse ist ein 3—4½, zuweilen bis 8 m hohes Gras, das etwa 1 m lange Blätter mit am Grunde stengelumfassenden Scheiden und einen endständigen, weitschweifigen rispenförmigen Blütenstand besitzt. Die kleinen einblütigen Ährchen sind zwittrig, werden von zwei schwarzen, glänzenden Hüllspelzen umgeben und tragen Deckspelzen, die meist in gedrehten Grannen endigen. Sie besitzen ferner drei Staubgefäße und einen einfächrigen, oberständigen Fruchtknoten, dessen Griffel in zwei wedelartige Narben geteilt ist. Die Frucht ist eine Caryopse oder Schalfrucht. Die Halme des Grases sind ebenso wie die des Zuckerrohres mit Mark angefüllt, dessen Grundgewebe reich an Zucker ist, der sich dort als Reservestoff angesammelt findet.

Als Heimat der Zuckerhirse, die eine alte Kulturpflanze ist, gilt die Ostküste von Afrika. Von dort aus gelangte sie nach Europa, Amerika und verbreitete sich über die ganze Erde. Sie wird vielfach ebenso wie Durra als Getreidepflanze angebaut, doch sind ihre Samen nicht so wohlschmeckend wie die der Durra, ihrer Mutterpflanze.

Ihre Kultur zum Zwecke der Zuckergewinnung wurde vor allem in den Zentralstaaten von Nordamerika vor etwa 70 Jahren im großen betrieben, ferner auch in manchen Teilen Chinas. Doch ist der Anbau jetzt nicht mehr von großer Bedeutung, weil, wie schon erwähnt, der Sorghumzucker dem Rübenzucker Platz machen mußte.

Die als Hirse bezeichneten Früchte enthalten im Mittel 1—3 % Zucker (unreif 18—20 % der Trockensubstanz Glukose), 2—3 % Dextrine, Gummi usw., 63—66 % Stärke, 3,18 % Fett, 9,44 % Eiweißstoffe, 2,54 % Rohfaser, 14,58 % Wasser und 1,71 % Asche (177).

Im Halm finden sich zur Zeit der Samenreife 5—18 %, im Mittel 12 % Rohrzucker, und zwar enthalten die unteren und mittleren Teile des Halmes etwa 15,30 %, die oberen etwa 16,90 % des Zuckers. Im unreifen Zustande soll Invertzucker in den Halmen vorhanden sein. Der gereinigte Sorghumzucker besteht zu 92 % aus Rohrzucker und zu 4,50 % aus Glukose. Im Saft finden sich viele freie Säuren, wie Zitronen-, Apfel-, Wein-, Essig-, Oxal- und wahrscheinlich Akonitsäure sowie vielleicht durch Glukosidspaltung entstandene Blausäure und ferner ein karminrotes Pigment (178).

Zur Gewinnung des Zuckers werden die Halme geschnitten, sobald die Früchte milchreif geworden sind und dann meist in kleineren Betrieben auf Zuckersirup verarbeitet. Die Herstellung von kristallisiertem Zucker ist schwierig wegen des hohen Säuregehaltes des Zuckersaftes, sowie wegen der reichlich neben Rohrzucker vorhandenen, nicht kristallisierbaren Glukose und wegen der im Saft enthaltenen Eiweißstoffe. Deshalb beträgt die Ausbeute an kristallisiertem Zucker nur wenige Prozente, während sie bei dem Zuckerrohr bis 13 und bei der Zuckerrübe bis 18 % beträgt.

Der Sorghumzucker wird vor allem in Form von Sirup verwandt und in den Handel gebracht. In China wird der Zuckersaft der Durra zur Herstellung eines beliebten alkoholischen Getränkes benutzt. O. Kallmann.

b) **Das Zuckerrohr,** *Saccharum officinarum* L. [(231—233) von W. Krüger].

Allgemeines. Lange Zeit bildete das Zuckerrohr bekanntlich die einzige Rohrzucker liefernde Pflanze von Bedeutung, denn die Erzeugung dieses zunächst nur als Genußmittel dienenden Stoffes aus anderen Pflanzen hatte nur einen sehr geringen Umfang. Eine wesentliche Änderung dieses Verhältnisses trat erst ein, als Achard die Entdeckung seines Lehrers Marggraf, der 1747 das Vorkommen des Rohrzuckers in der Runkelrübe nachgewiesen hatte, wirtschaftlich nutzbar zu machen versuchte. Der Errichtung seiner ersten Rübenzuckerfabrik im Jahre 1800 folgten bald andere, und es entwickelte sich bei den damals durch den Einfluß von Napoleon I. wesentlich umgestalteten europäischen Verhältnissen eine Rübenzuckerfabrikation, die sich aber nach dem Abtreten des korsischen Eroberers als nichtkonkurrenzfähig erwies und so dem Eingehen anheimfiel. Erst in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde sie wieder aufgenommen, und von da ab hat sie sich zu einer kaum je geahnten Höhe entwickelt, so daß ihre Erzeugung die der Zuckerrohrzuckerindustrie zeitweilig ganz erheblich überflügelt hatte; erst neuerdings ist sie infolge des Weltkrieges, der die Zuckerrübenanbaugebiete erheblich in Mitleidenschaft gezogen hat, dem Zuckerrohrbau aber durch lohnende Zuckerpreise Anreiz bot, ihr unterlegen. Der Streit darüber, ob der Rohrzucker aus der Zuckerrübe mit dem aus dem Zuckerrohr chemisch identisch sei, ist längst dahin entschieden, daß dies der Fall ist: wenn trotzdem bis in die neueste Zeit noch anders lautende Behauptungen aufgestellt werden, so müssen solche, weil sie der stichhaltigen Unterlagen entbehren, als unbegründet zurückgewiesen werden. Zu der günstigen Entwicklung der Rübenzuckerindustrie hat wesentlich beigetragen, daß ihre einzelnen Zweige, nämlich sowohl der Zuckerrübenbau (Züchtung, Düngung der Zuckerrübe usw.), wie die Herstellung des Zuckers auf wissenschaftlicher Grundlage erfolgt ist (vgl. Zuckerrübe IV, 2). Erst verhältnismäßig spät — angeregt durch Zuckerrohrkrankheiten und Absatzkrisen — hat man diesen Weg auch bei der Zuckerrohrzuckerindustrie eingeschlagen und damit ein Versäumnis auf diesem Gebiete gut gemacht. Besonders war es die javanische Zuckerindustrie, die diesen Weg Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in mustergültiger Weise und mit großem Erfolg für diese koloniale Kultur beschritten hat; es folgten Hawai, Australien usw. Die vorwiegend für den Markt in Zuckerrohrzucker (erwünscht ist es, wenn für die beiden in den Handel kommenden Zuckererzeugnisse aus Zuckerrohr und Zuckerrübe die Bezeichnungen »Zuckerrohrzucker« und »Rübenzucker« gebraucht werden und die Bezeichnung Rohrzucker nur im chemischen Sinne in Anwendung kommt) in Be-

tracht kommenden Länder sind zur Zeit Kuba, Java und die Hawaischen Inseln. Von wesentlichem Einfluß auf den Weltzuckermarkt ist die Tatsache, daß weder die Zuckerrohrzucker- noch die Rübenzuckerindustrie gegenwärtig und auch noch auf unabsehbare Zeit hinaus in der Lage sind, jede für sich den Anforderungen des Zuckermarktes gerecht zu werden, woraus sich die zwingende Notwendigkeit ergibt, daß beide Industrien nebeneinander bestehen müssen. Sie führen daher in erster Linie den Daseinskampf nicht gegeneinander, sondern hauptsächlich im eigenen Lager, also Zuckerrohrzucker gegen Zukkerrohrzucker und Rübenzucker gegen Rübenzucker, d. h. es werden diejenigen Zuckerrohr- und Zuckerrübenanbaugebiete das Feld am besten behaupten, wo der Anbau der betreffenden Rohstoffpflanze die günstigsten Bedingungen findet und die Verarbeitung der letzteren am vollkommensten und mit niedrigsten Unkosten, also am vorteilhaftesten erfolgen kann. Demnach werden sowohl das Zuckerrohr wie die Zuckerrübe auch fernerhin ihre Bedeutung als Rohstoffe für die Zuckergewinnung behaupten.

Erwähnt mag hier noch werden, daß eine weitere Zuckerrohrart (*S. edule Hassk.*) in der Weise genutzt wird, daß der unentwickelte von dem Blatt umhüllt bleibende Blütenstand wie Blumenkohl gegessen wird.

Abb. 1.
Gesunde, etwa 8 Monate alte Zuckerrohrpflanzung auf Java. Sorte: Cheribonrohr. Reihenentfernung 120 cm. Nach Krüger und Winter.

Heimat und Abstammung des gebauten Zuckerrohrs. Das gebaute Zuckerrohr gehört zu einer ziemlich artenreichen Gattung des Pflanzenreiches, die zur Familie der Gramineen zählt und sowohl in der Alten wie in der Neuen Welt ihre Vertreter hat; jedoch liegen über seine Abstammung und somit auch über die Heimat seiner Stammpflanze sichere Anhalte nicht vor. Es ist zwar gut ein Dutzend wilder Zuckerrohrarten, die hohe, schilfartige, ausdauernde Gräser darstellen, bekannt geworden, aber eine systematische Bearbeitung hinsichtlich ihres Verhältnisses zum gebauten Zuckerrohr, die sicherlich interessant und lohnend sein dürfte, steht bisher noch aus. Gewöhnlich verlegt man die Heimat des gebauten Zuckerrohrs nach Ostindien, und die Bezeichnungen dieser Kulturpflanze in den sanskrit-indischen und indomalaischen Sprachen sprechen für ihre Verbreitung von hier aus. Jedenfalls darf wohl als sicher angenommen werden, daß die Neue Welt, obgleich sie wie die Alte wilde Saccharum-Arten, wenn auch weniger zahlreich, aufweist, das gebaute Zuckerrohr erst nach ihrer Entdeckung durch Einfuhr aus der letzteren erhalten hat.

Auf Grund welcher Untersuchungen Kempski die Ansicht vertritt, das in Ostindien sehr verbreitete *Saccharum spontaneum* L., malaiisch »glagah« ge-

nannt, sei die Stammpflanze des gebauten Zuckerrohrs, ist nicht ersichtlich.

Nach v. Lippmann sind die ersten Nachrichten über das Zuckerrohr durch Alexander den Großen auf uns gekommen.

Anbaugebiet und Nutzungsart des gebauten Zuckerrohrs. Gegenwärtig erstreckt sich der Anbau des Zuckerrohrs in verschiedenen Sorten im kleinen wie im großen über die tropischen und subtropischen Gebiete der Alten wie der Neuen Welt, und zwar liegt das Anbaugebiet zwischen 35° nördlicher und 30° südlicher Breite bei einer Erhebung über dem Meeresspiegel bis zu 1900 m (Südamerika). Es dient hier entweder dem unmittelbaren Genuß oder zur Herstellung von sirupartigen Einkochungen bzw. mehr oder weniger gehaltreichen Rohzuckersorten, die gewöhnlich nicht in den Ursprungsländern, sondern in Europa und Nordamerika der Raffination unterliegen. Dem lohnenden Anbau im großen setzt das Klima besonders auch durch Auftreten von Nachtfrösten eine Grenze, und daher sind die Zuckerrohrzuckerindustrien in den nördlichen wie südlichen Anbaugebieten wie z. B. in Europa Südspanien, in Nordamerika Louisiana, in Südamerika Argentinien und in Australien Neu-Südwales in ihrer Konkurrenzfähigkeit wesentlich beschränkt, so daß sie zum Teil ohne Schutz nicht lebensfähig wären. In Europa wird das Zuckerrohr nur in Spanien (Andalusien) und Sizilien zur Zuckergewinnung gebaut, scheint aber auf der letzteren Insel in dieser Beziehung von sehr geringer Bedeutung zu sein, während es für Spanien etwa die Hälfte der Zuckererzeugung liefert.

Gestalt und Bau der Organe des Zuckerrohrs. Das gebaute Zuckerrohr ist eine stattliche, ausdauernde Pflanze von schilfartigem Aussehen (siehe Abb. 1). Da beim Zuckerrohr wie auch bei anderen Gräsern, z. B. unserem Getreide, eine Bestockung eintritt und auch der Anbau in der gewöhnlichen Praxis nicht durch Saat, sondern mittels Stecklingen, die meist so genommen werden, daß sie je Stück mehrere Augen tragen, erfolgt, so besteht die Zuckerrohrpflanze, vielfach »Stock« genannt, aus einer verschiedenen Anzahl von Stengeln. Botanisch richtiger wäre es, nur die Nachkommen eines Stecklingauges oder eines Saatkornes als Pflanze anzusprechen. Die eigentliche Bestockung kommt so zustande, daß die Augen an den unteren, kurzen, konischen und noch dünnen Gliedern des jungen Zuckerrohrstengels austreiben, so daß je nach der Zuckerrohrsorte und sonstigen Umständen eine verschiedene Anzahl von Stengeln ein Büschel bildet und daher je nach der ausgetriebenen Augenzahl des Stecklings sich Stengelbüsche vorfinden. Bei der Kurzgliedrigkeit der gewöhnlich von dem oberen Stengelteil des Rohres mit stark verkürzten Internodien entnommenen Stecklinge ist meist keine deutliche Trennung der Nachkommen der einzelnen Augen des Stecklings bemerkbar. Irrig ist die hie und da sich findende Angabe, das Zuckerrohr habe einen ausdauernden, kriechenden Wurzelstock, wobei man wohl an ähnliche Verhältnisse wie bei der Quecke (*Triticum repens*) mit ihren unterirdischen kriechenden Stengeltrieben denkt. Beim Zuckerrohr befindet sich nur der untere Teil des Stengels in senkrechter Lage im Boden, er treibt, wenn die Stengel an der Bodenoberfläche geschnitten werden, wieder neue Triebe aus. Die Wurzel des Zuckerrohrs ist, da eine Hauptwurzel fehlt, aus Nebenwurzeln bestehend, sie ist wie bei allen Gräsern einfach und durchzieht den Boden nach allen Richtungen, dabei gelangt sie zum Teil auch an die Bodenoberfläche, wendet sich dann aber, sich an der Oberfläche rot färbend (Anthocyan), wieder dem Boden zu. Abb. 2 zeigt die Verhältnisse der Bewurzelung usw. bei einer etwa zwei Monate alten Saatpflanze.

Jeder Zuckerrohrstengel besteht aus einer Anzahl je nach der Rohrsorte verschieden langen und ungleich geformten Gliedern, die je ein Blatt tragen, deren Scheide das Stengelglied in der Jugend fest umschließt, indem sie, am sogenannten Knoten eingefügt, das Glied $1^1/_2$ mal umfaßt. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Stengelglieder lockert sich die Blattscheide allmählich mehr und mehr und fällt nach der völligen Ausbildung

Abb. 2.

Saatpflanze des Zuckerrohrs. Var. tebu djundjung Padang, 66 Tage alt. Nat. Größe. *i* erstes Internodium, *a* Seitensprosse (Bestockung, *b* Blätter, *w* Wurzeln). Nach Benecke.

der Zwischenknotenstücke (Internodien) endlich samt dem Blatte ab, so daß der Stengel schließlich nur eine mehr oder weniger umfangreiche Blattkrone trägt. Neben dem Blatt findet sich an jedem Knoten des Zuckerrohrstengels in der Mitte über der Einfügungsstelle der Blattscheide normalerweise je ein Auge und ein Ring mit in mehreren Reihen angeordneten Wurzelanlagen. (Abb. 3.) Die Gestalt und Beschaffenheit sowohl der Internodien wie der Blattscheide und des

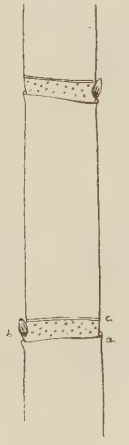


Abb. 3.
Stengelabschnitt der Zuckerrohrvarietät »Schwarz Cheribon«; *a* Blattnarbe, *b* Knospe, *c* Wachstumzone; zwischen *a* und *c* Wurzelring mit Wurzelanlagen. Nach G. van Iterson jun.

Blattes wechseln nach der Zuckerrohrsorte und äußeren Einflüssen sehr. Die Stengelglieder sind länger oder kürzer, bauchig oder eingezogen, verschieden gleichmäßig gefärbt oder farbig gestreift, ihre Oberfläche ist mit einer mehr oder weniger starken und bemerkbaren Wachsschicht, die besonders bei den rot oder violett (dunkel) gefärbten Rohrsorten am deutlichsten erkennbar ist, bedeckt — selten finden sich auch behaarte Stengelglieder. Die Länge des ausgewachsenen Zuckerrohrstengels, an dem die Stengelglieder zunächst von unten nach oben an Länge und Stärke zu-, dann aber nach der Spitze hin wieder abnehmen, ist ziemlich beträchtlich. Sie schwankt je nach der Rohrsorte, aber auch innerhalb dieser je nach dem Stand der Anpflanzung infolge Düngung und Wasserversorgung usw. erheblich und beträgt einige bis mehrere (5—7) Meter; Stengel vom Cheribonrohr ohne Blütenstand von 5—6 m sind keine Seltenheit. Auch die Länge und Stärke der Stengelglieder wechselt bei den wertvolleren gebauten Sorten; die Länge beträgt einige wenige bis 20 und mehr Zentimeter, während die Stärke hier von 3—7 und im Mittel etwa 5 cm beträgt. Natürlich schwankt dementsprechend auch das Gewicht der Rohrstengel; ein Gewicht des zur Zuckerfabrikation bestimmten Teiles des Stengels vom Cheribonrohr von rund 3 kg im Durchschnitt kann als sehr günstig bezeichnet werden.

Die Blätter des Zuckerrohres bestehen aus Blattscheide, Blattspreite und Blattzunge; sie stehen abwechselnd — nicht, wie man auch wohl angegeben findet, gegenständig — am Stengel. Sowohl die Blattscheide wie die Blattspreite sind mehr oder weniger mit vielgestaltigen Haaren besetzt, wodurch besonders die Spreite ziemlich rauh und an den Rändern sehr scharf erscheint; zwischen beiden befindet sich die meist nur kleine, gewimperte Blattzunge, und am Grunde der Blattspreite bemerkt man weiter noch zwei meist dunkler gefärbte Gelenkdreiecke. Der beblätterte Stengel zeigt den dorsiventralen Bau der Gräser, welcher auch in der Asymmetrie der Blatthälften und der ungleichen Entwicklung der sog. Öhrchen zum Ausdruck kommt.

Der Blütenstand des Zuckerrohrs ist eine zusammengesetzte, reich verzweigte, große Rispe, deren Ährchen am Grunde von langen, abstehenden, weißen, seidenartigen Haaren umgeben sind (Abb. 4); aber nur die obere Blüte des Ährchens ist vollständig. Manche Zuckerrohrsorten blühen jedoch nie oder selten, andere bringen es trotz Blüte nicht zur Fruchtbildung (Cheribonrohr). Bis vor nicht allzulanger Zeit kannte man die Frucht des Zuckerrohrs überhaupt nicht, und die Fortpflanzung geschah ausschließlich mittels Stecklingen. Aber auch heute noch, nachdem Soltwedel und andere in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Möglichkeit der Fortpflanzung auch dieser Kulturpflanze durch Saat erbracht haben, erfolgt ihre Vermehrung zur Erzielung von Anpflanzungen für den Betrieb der Zuckerfabriken auch weiterhin durch Stecklinge, während der geschlechtliche Weg nur zur

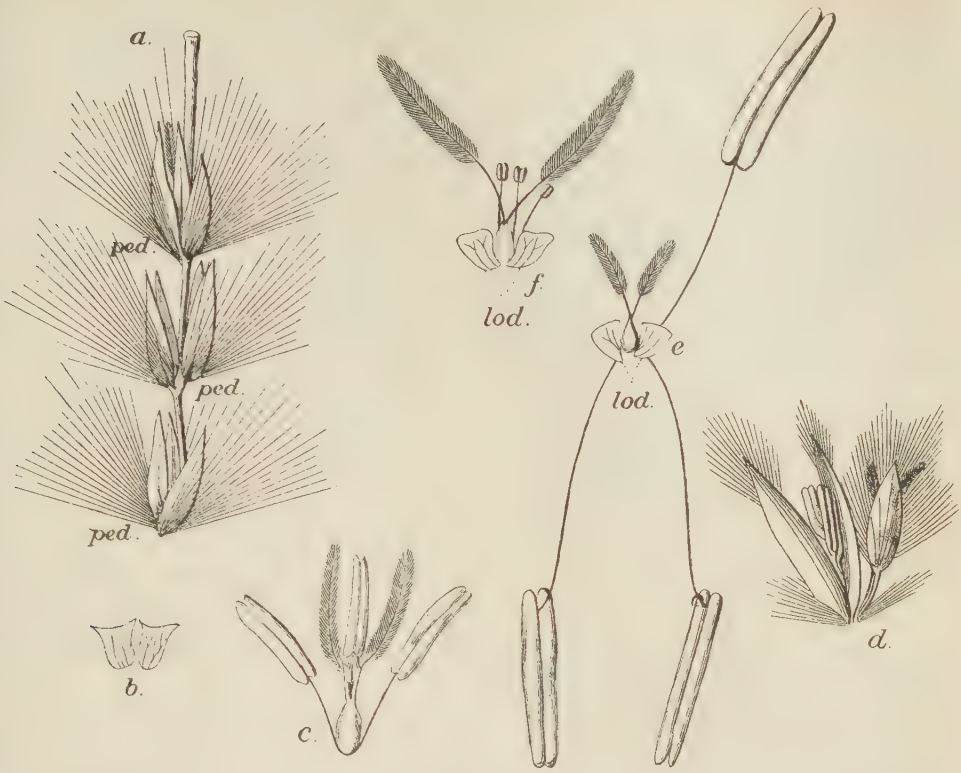


Abb. 4.
Zuckerrohrblüte. *a—c Saccharum officinarum* L. *β brevipedicellatum*. *a* ein kleiner Teil eines Blütenstandes (*ped.* Stielchen der Ährchen), *b lodiculae* der Blume, *c* Blume ohne Blütenhülle. *d –f Sacch. Warmingianum* Hackel. *d* Ährchen mit zweierlei Blumen, *e* Blume mit stärker entwickelten Staubgefäßen, *f* desgl. mit stärker entwickeltem Stempel. Vergrößert. Nach Hackel.

Erzielung neuer anbauwürdiger Zuckerrohrsorten beschritten wird.

Was nun den Bau der Organe des Zuckerrohrs betrifft, so ist zunächst bezüglich des Stengels zu bemerken, daß dieser abweichend von den Halmen der meisten anderen Gräser nicht hohl, sondern solid ist (Abb. 5). Innerhalb einer ringförmigen schmalen Rinde stehen die Gefäßbündel mit ihren Sklerenchymscheiden neben selbständigen Sklerenchymsträngen unregelmäßig im Grundgewebe (Parenchym) verteilt; erstere nehmen von innen nach außen an Größe ab, stehen aber der Rinde zu enger beieinander, so daß dadurch der äußere Stengelteil an Festigkeit gewinnt. Im Grundgewebe sind die Zellenzwischenräume mit Luft gefüllt, wodurch dieses Gewebe weiß erscheint; nähert sich aber das Rohr der Reife, so wird die Luft durch Zellsaft verdrängt, und das Grundgewebe erscheint nun glasig, während endlich bei Überreife wieder Luft, und zwar in erhöhtem Maße eintritt und die sog. Schwammigkeit des Rohres erzeugt. Den äußeren Bau der Epidermis und der Rindenschicht nebst Wachsüberzug veranschaulichen die

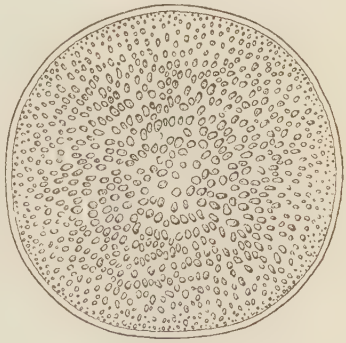


Abb. 5.
Schematischer Querschnitt durch ein Internodium des Zuckerrohrstengels. Innerhalb der ringförmigen, schmalen Rinde stehen die Gefäßbündel im Parenchym zerstreut.

Abbildungen 6 u. 7. Gewebselemente des Zuckerrohrstengels im Handelszucker lassen Schlüsse auf dessen Herkunft zu.

Den Bau des Blattes mögen die Abbildungen 8 bis 11 veranschaulichen. Auf dem Querschnitt eines solchen (Abb. 8) fällt besonders das fächerförmige Wassergewebe an der Blattoberfläche auf. Dieses ermöglicht ein Einrollen des Blattes bei ungenügender Wasserzufuhr. Ein Vergleich der Oberhaut von der Ober- und Unterseite des Zuckerrohrblattes (Abb. 9 u. 10) ergibt ferner, daß die Blattunterseite reichlicher mit Spaltöffnungen versehen ist und auch eine stärkere Behaarung aufweist. Einen Querschnitt der Blattscheide endlich gibt Abb. 11 wieder.

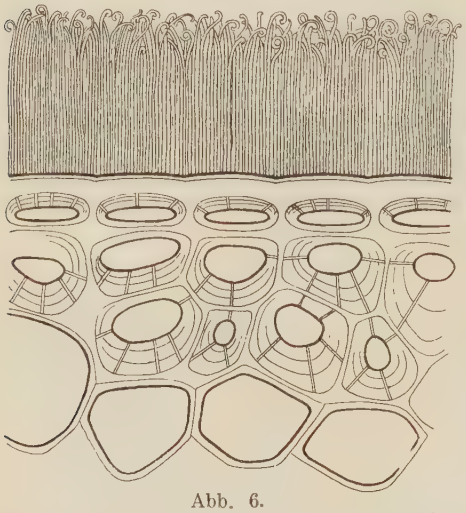


Abb. 6.
Querschnitt der Außenrinde eines Stengelinternodiums (12 cm lang), etwa 2 cm unterhalb des Knotens (an der Stelle stärkster Wachsbildung); Wachsstäbchen stark entwickelt auf der Epidermis. Nach G. van Iterson jun.

Stoffliche Zusammensetzung des Zuckerrohrs. Der wichtigste Bestandteil des Zuckerrohrs ist natürlich der Rohrzucker. Seine Menge im Rohrstengel schwankt je nach Rohrsorte, Düngung, Reifezustand usw. des Rohrs. Außerdem wurde er auch im Hauptnerv des Blattes nachgewiesen. Im vollständig gesunden und ausgereiften Zuckerrohr kommt neben ihm nur noch Traubenzucker vor, während sich hier Fruchtzucker nicht findet; letztere Zuckerart

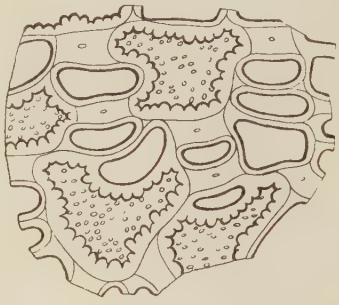


Abb. 7.
Außenansicht der Stengelepidermis derselben Pflanze wie Abb. 6 und an gleicher Stelle. Die Wachsschicht ist entfernt. Man unterscheidet die Langzellen, Kurzzellen und Kieselzellen der Gramineenepidermis. Nach G. van Iterson jun.

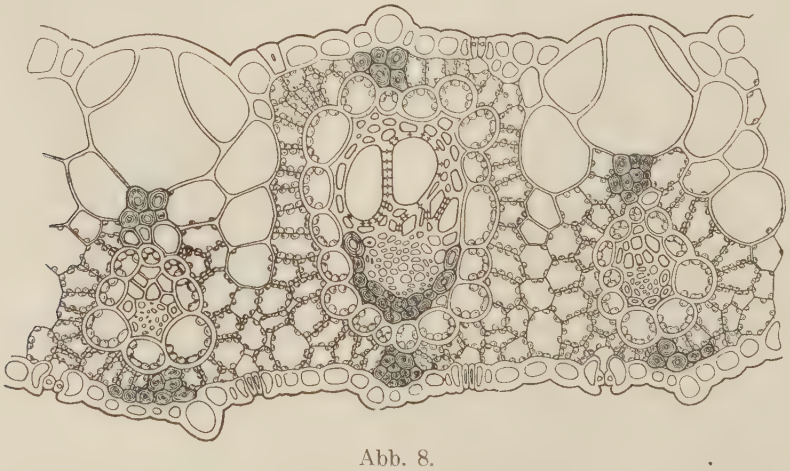


Abb. 8.
Teil eines Blattquerschnitts von *Saccharum officinarum*. An der Blattoberseite großzelliges, fächerförmiges Wassergewebe; um die Gefäßbündel Stärkescheiden, umgeben von chlorophyllführendem Parenchym. Sklerenchymstränge oberhalb und unterhalb der Gefäßbündel. Stomata und Haare reichlich an der Unterseite. Nach G. van Iterson jun.

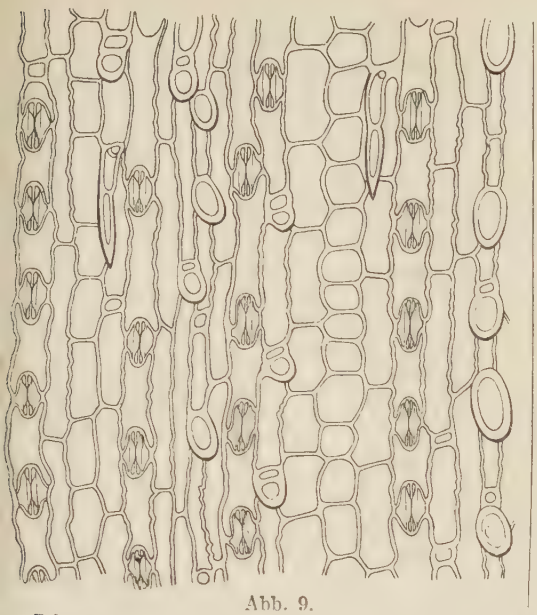


Abb. 9.
Blattoberseite von *Saccharum officinarum*. Reihenweise geordnete Stomata; zwischen diesen Reihen solche mit abgerundeten Haaren (über den Nerven) und breitere Zellen (über dem Wassergewebe). Nach G. van Iterson jun.

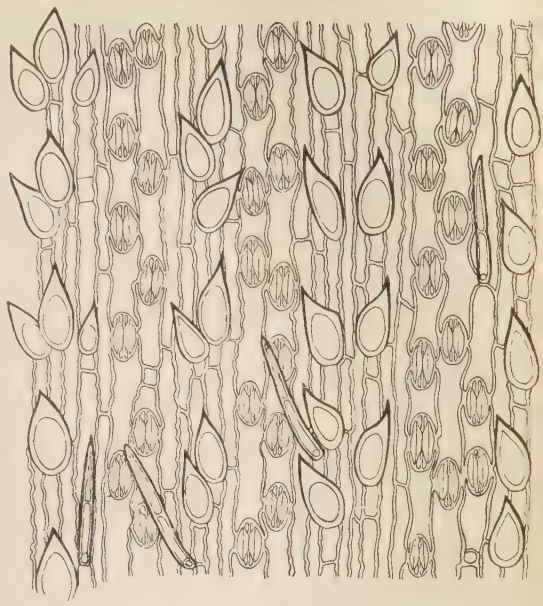


Abb. 10.
Blattunterseite von *Saccharum officinarum* in gleicher Vergrößerung wie Abb. 9. Zahlreiche Stomata und nach oben gerichtete scharfe Haare. Vereinzelt längere zweizellige Haare. Nach G. van Iterson jun.

findet sich aber im unreifen und krankhaft veränderten Zuckerrohr. Für die Mengen dieser Zuckerarten in zur Verarbeitung kommendem Rohr Anhalte zu geben, ist wegen ihrer Schwankungen recht schwer; man kann annehmen, daß der Rohrzucker darin mit 10—15% vertreten ist, an Traubenzucker finden sich etwa 1, selten über 2% und im unreifen Stengel sind bis rund $1^1/_2$% Fruchtzucker gefunden worden. Die reduzierenden Zuckerarten spielen gemäß der Menge ihres Vorkommens, ihrer leichten Bildung bei schlechter Verarbeitung der Rohrsäfte und durch die aus ihnen hervor-

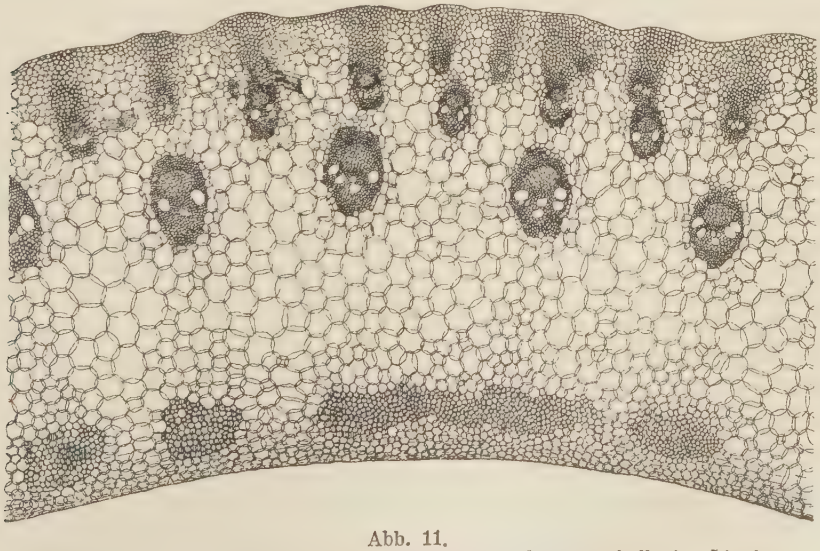


Abb. 11.
Durchschnitt der Blattscheide des Zuckerrohrs unterhalb der Ligula. Vergr. 35 mal. Nach Kobus.

gehenden Umsetzungsstoffe eine große Rolle bei der Rohrzuckererzeugung aus Zuckerrohr und erfordern daher besondere Beachtung; reich an ihnen sind besonders wenig kultivierte Zuckerrohrsorten. Das Vorkommen von Raffinose im Zuckerrohr ist bis jetzt noch nicht sichergestellt; falls sie vorkommt, dürfte sie sich nur im krankhaft veränderten Rohr finden. Von festen Kohlenhydraten findet sich außer Zellulose, die allgemein am Aufbau der Organe des Zuckerrohrs beteiligt ist, noch die Stärke in den Gefäßbündelscheiden unreifer und besonders sereh-kranker Rohrstengel.

Von organischen Säuren wies Winter Apfelsäure, Bernsteinsäure und Glykolsäure nach, er fand aber Weinsäure, Oxalsäure und Zitronensäure nicht vor — ob die Angabe von anderer Seite, daß Oxalsäure in Form von Kalziumoxalat auftritt, zutrifft, ist noch unentschieden. Szymanski wies ferner Akonit- und Gerbsäure nach. Sicher ist nach Prinsen Geerligs dagegen wohl, daß Gluzin-, Apogluzin-, Ameisen-, Milch-, Essig-, Butter-, Saccharum-, Cannasäure usw., die im Rohrsaft während der Zuckergewinnung von anderer Seite nachgewiesen sind, erst durch Einwirkung von Kalk auf Glukose gebildet werden. Reichlich vertreten im Rohr, besonders im unreifen Zustande, sind auch die Pektinstoffe, die sicher ebenfalls bei der Zuckergewinnung eine wesentliche Rolle spielen, besonders auch bei den hohen Temperaturen der Saftgewinnung durch Diffusion. Näheres über die Natur dieser Pektinstoffe ist noch nicht bekannt; sie geben weder bei der Hydrolyse Zucker, noch entsteht bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol.

Das Rohrwachs, welches meist in einer ziemlich bedeutenden Schicht den Rohrstengel überzieht, ist nicht wie andere Wachsarten eine Verbindung von Fettsäuren mit Alkoholen, sondern ein gesättigter Alkohol. Es kann als Nebenerzeugnis bei der Zuckerrohrzuckerherstellung gewonnen werden, dies geschieht jedoch selten, denn es scheint sich nur in kälteren Ländern, z. B. Natal, wo mehr Wachs ausgeschieden wird, zu lohnen. Außer durch klimatische Einflüsse wechselt die Wachsausscheidung nach Zuckerrohrsorte und Stengelteil.

Von Szymanski konnte auch Fett in Form von fettem Öl und festem Fett im Zuckerrohr nachgewiesen werden; Went erwähnt ersteres als nur in der Blattspreite und Blattscheide vorkommend, bestreitet aber seine Anwesenheit im Rohrstengel. Im Ätherextrakt des Rohres konnte ersterer auch Lezithin nachweisen, es machte etwa 6 % des Fettes aus. Über die Zusammensetzung und Eigenschaften eines von Szymanski aus dem Rohr in geringer Menge gewonnenen ätherischen Öles ist nichts Näheres bekannt.

Von den Farbstoffen des Zuckerrohrs sind in erster Linie das Chlorophyll und das Anthocyan wichtig. Außer im Blatt findet sich das erstere neben dem zweiten auch in der Rinde des Zuckerrohrstengels; auch Wurzeln des Zuckerrohrs, welche aus dem Boden heraus an die Oberfläche wachsen, röten sich durch Anthocyan (Lichtschutz, wie z. B. bei *Beta maritima*). Der gelbe Farbstoff in den Zellwänden des Rohrstengels, von Languth Steuerwald »Saccharetin« genannt, soll mit den aromatischen Bestandteilen des Lignins identisch sein. Ein in kranken Rohrstengeln bei sereh-krankem Rohr sich besonders auch in den Gefäßen findender scharlachroter Farbstoff, durch den auch wohl ähnliche Verfärbungen bei Blattspreite- und Blattscheidekrankheiten hervorgerufen werden, ist noch nicht näher untersucht.

Zwei aromatische Ketone wurden von Szymanski aus den Knoten des Zuckerrohrstengels gewonnen.

Die stickstoffhaltigen Körper des Zuckerrohrs bestehen in erster Linie aus Aminen bzw. Aminosäuren. Während Winter aber die Abwesenheit von Asparagin als erbracht ansieht, wird dies von Maxwell und Beeson angezweifelt und Zerban will dieses neben kleinen Mengen von Tyrosin und Glutamin nachgewiesen haben. Glykokoll und Guanin sind unter den im Rohrsafte auftretenden Basen von Schorey ermittelt worden. Näheres über die Natur der Eiweißkörper im Zuckerrohr, die darin zu etwa 1% angetroffen werden, ist nicht bekannt.

Besonderheiten über die Mineralstoffe des Zuckerrohrs sind nicht zu erwähnen, sie machen etwa 0,4—0,6% aus.

Zu den anormal im Zuckerrohr vorkommenden Stoffen zählt jedenfalls das von Cobb bei der Gummikrankheit des Rohres

aufgefundene »Vasculin«, was jedenfalls den bei dieser Krankheit in den Gefäßen auftretenden Bakterien eigen sein dürfte. Auch die von Szymanski besonders aus sereh-krankem Rohr gewonnenen Harze sind wohl hierher zu rechnen, sie scheinen sich infolge von Oxydation des fetten Öles zu bilden, und ferner gehört hierher jedenfalls auch die von diesem aus sereh-krankem Zuckerrohr gewonnene Benzoesäure, sowie endlich der schon oben erwähnte rote Farbstoff.

Eine gewisse Rolle bei der Herstellung des Zuckers aus Zuckerrohr, besonders bei der Gewinnung des Saftes durch Pressen, spielt das Verhältnis von Saft zu den festen Stoffen (Mark oder Rohfaser genannt); letztere machen etwa 10—17, im Mittel 13 % des frischen Rohrs aus. Nach Prinsen Geerligs besteht das Mark beim Cheribonrohr aus 55,94 % Zellulose, 22,33 % Pentosanen, 2 % Eiweiß, 1,98 % Asche, während Browne aus seinen Hydrolyseversuchen auf folgende Zusammensetzung schließt: 55 % Zellulose bzw. Oxyzellulose, 20 % Xylan, 4 % Araban, 15 % Lignin und 6 % Essigsäure. Auf die Verteilung der Stoffe und ihre Mengenverhältnisse im Zuckerrohr kann hier nicht näher eingegangen werden, es sei diesbezüglich auf des Verfassers Buch: »Das Zuckerrohr und seine Kultur« verwiesen.

Sorten des gebauten Zuckerrohrs. Wie bei vielen anderen Kulturpflanzen ist auch beim Zuckerrohr die Zahl der Sorten trotz der Tatsache, daß manche unter verschiedenen Namen gehen, eine ziemlich erhebliche. Sie unterscheiden sich in erster Linie durch die Form und Farbe der Stengelglieder. Es gibt Zuckerrohrstengel mit kürzeren oder längeren, walzigen oder mehr oder weniger tonnenförmigen, ja auch eingeschnürten Gliedern, so daß das Verhältnis der Knoten zu den Internodien sich verschieden gestaltet. In Hinsicht auf die Farbe findet man einfarbige oder gestreifte Stengelglieder, deren Färbung durch mehr oder weniger starken Wachsbelag abgetönt ist; auch ist neben glatter Oberfläche der Stengelglieder hie und da Behaarung beobachtet worden. Eine wesentliche Vermehrung der Zuckerrohrsorten ist durch die Anzucht von Zuckerrohr aus Saat eingetreten, doch ist andererseits auch darauf hinzuweisen, daß durch eine verschiedene Benennung der Zuckerrohrsorten in den einzelnen Anbaugebieten die Zahl der Sorten größer erscheint, als sie in Wirklichkeit ist, weil eben dadurch eine Rohrsorte unter verschiedenen Namen geht.

Schon ältere Forscher (Hasskal, Roxburg) versuchten die Zuckerrohrsorten zu kennzeichnen und nach gewissen Merkmalen zu ordnen. Neuere (Soltwedel, Harrison und Yermann, Moquette und Wacker) setzten dieses Werk fort (man vergleiche auch die Übersicht bei Noel-Deer: Sugar and the Sugar Cane. Manchester 1905), aber Klarheit nach allen Richtungen hin ist durch diese Arbeiten noch nicht erreicht worden und dürfte bei den auch beim Zuckerrohr vorkommenden Sprungvariationen kaum zu erwarten sein. Ob uns die Arbeiten von Jeswiet, der im Bau und besonders in den Haarbildungen auf den Stengelaugen und den Blattscheiden kennzeichnende Eigenschaften der Zuckerrohrsorten gefunden zu haben vermeint, endlich zum Ziel führen, bedarf wohl noch der weiteren Befestigung. Ein Bild der Behaarung der äußeren Knospenschuppe einer Zuckerrohrsorte aus Saat zeigt Abb. 12. Jeswiet hat bereits zahlreiche Haargruppenbildungen für Augen und Blattscheiden beschrieben.

Von den in der Zeit vor der Gewinnung von Zuckerrohrsorten aus Saat bekannten Sorten spielte auf Java das Cheribonrohr eine große Rolle; es ist eine durch violette Färbung und merklichen Wachsüberzug gekennzeichnete Rohrsorte, die sich als besonders lohnend im Anbau erwies, aber leider eine geringe Widerstandsfähigkeit gegen die Sereh-Krankheit aufwies und daher mehr oder weniger aufgegeben ist. (Farbige Abbildung siehe Krüger: Das Zuckerrohr, Tafel IX.) Auf die Anbauwürdigkeit haben die in den verschiedenen Anbaugebieten herrschenden Verhältnisse wie Klima, Boden usw. einen wesentlich bestimmenden Einfluß. In anderen Ländern werden andere Spielarten bevorzugt, so Crystallina, auch White Transparent oder La Pice genannt (Kuba); Yellow Caledonia und Lahaina (Hawai-

Inseln), erstere auch Tanna Blanca (Mauricius) genannt und letztere wahrscheinlich mit dem Bourbon (Britisch-Westindien) oder dem Otaheitirohr (alter Name der Insel Bourbon) identisch, auch Luzierrohr (Luthers) und noch andere waren hie und da geschätzt. (S. Krüger: Das Zuckerrohr Tafel I—III und bei Soltwedel-Benecke.)

Bei der Zucht von Zuckerrohr aus Saat ergeben sich ähnliche Verhältnisse wie bei der der Kartoffel, d. h. die Zuckerrohrsorten sind nicht saatbeständig, und man erhält selbst aus der Saat einer Pflanze ein buntes Gemisch mehrerer Sorten, wovon kaum eine der anderen gleicht. So hat die Versuchsstation Honolulu in den Jahren 1906—1915 aus Samen 15 721 Sorten gewonnen. Die wichtigsten auf diesem Wege gewonnenen Zuckerrohrsorten sind für Java: P.O.I.100; E.K.28; B.245; für Britisch-Westindien und Louisiana: D. 74 und für die französischen Antillen B. 147.

Abb. 12.
Haargruppen auf der äußeren Knospenschuppe der Zuckerrohrvarietät P. O. I. 100; links Vorderseite der Schuppe, rechts Unterseite. Nach J. Jeswiet.

Die Züchtung des Zuckerrohrs. Das Zuckerrohr zeigt zwar sowohl nach Form als auch nach Güte innerhalb seiner einzelnen Sorten nicht unerhebliche vererbliche Variationen, so daß auch hier Züchtung möglich erscheint, aber für die Fortschritte durch die eigentliche Züchtung liegen die Verhältnisse beim Zuckerrohr wesentlich ungünstiger als bei der Zuckerrübe. Denn abgesehen davon, daß einige gute Zuckerrohrsorten, z. B. das javanische Cheribonrohr, keine keimfähigen Früchte hervorbringen, läßt sich eine Vermehrung ausgelesener Pflanzen mittels Saat nicht vornehmen, da, wie wir sahen, Zuckerrohrsorten nicht saatbeständig sind und ferner die Vermehrung ausgelesener Pflanzen durch Stecklinge nur langsam vor sich geht, weil eine Zuckerrohrpflanze nur wenige brauchbare Stecklinge liefert. Die Veredlung einer gegebenen Zuckerrohrsorte ist daher mit Schwierigkeiten verbunden und weit mühsamer als bei der Zuckerrübe, wo von einer durch Auslese erhaltenen Rübe mittels Saat zahlreiche Nachkommen erhalten werden können. Anders liegt dagegen die Anzucht neuer leistungsfähiger Formen durch Saat ohne oder mit Kreuzbefruchtung. Hier liegen die Verhältnisse etwa wie bei der Kartoffel: Die Sämlinge einzelner Zuckerrohrpflanzen sind zwar sehr verschiedener Art, aber es finden sich unter ihnen neben vielen unbrauchbaren auch leistungsfähige Einzelpflanzen, die ihre guten Eigenschaften auf ihre Nachkommen übertragen. Bei der Prüfung so gewonnener neuer Sorten wird man aber nicht allein auf hohen Zuckergehalt Gewicht zu legen haben, sondern es müssen auch andere wirtschaftlich wichtige Eigenschaften (Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Ansprüche an klimatische Verhältnisse usw.) Berücksichtigung finden. So ist man denn auch beim Zuckerrohr nicht allein zu wirtschaftlich brauchbaren Formen gelangt, sondern es gelang auch solche gegen gewisse Krankheiten, z. B. die Serehkrankheit, beständige Sämlingsnachkommen zu gewinnen. Zur Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes gezüchteter Sorten sind planmäßige Anbauversuche unter verschiedenen Verhältnissen auszuführen.

Der Anbau des Zuckerrohrs. Die Methoden des Zuckerrohranbaues in

den einzelnen Ländern, ja in ein und demselben Lande sind je nach dem Kulturzweck, den klimatischen Verhältnissen, der Bodenbeschaffenheit usw. verschiedenartig. Am intensivsten wird der Zuckerrohrbau dort betrieben, wo er einer leistungsfähigen Zuckerindustrie als Grundlage dient und Fabrikbetrieb und Anbau in einer Hand sind. Betriebe dieser Art befinden sich auf Java und auf den hawaischen Inseln, und sie stellen zweifellos die vollkommenste Stufe des Zuckerrohrbaues dar. Sorgfältige Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Pflanzgutgewinnung, gute Düngung, Versorgung der Anpflanzung mit Wasser während trockener Zeitabschnitte durch Bewässerungsanlagen und Pflege der Pflanzung zielen darauf ab, Höchsternten zu erreichen. Dabei üben dann die Bodenverhältnisse auf die Art der Bodenbearbeitung einen weitgehenden Einfluß aus. So wird z. B. der schwere, zähe Boden in West-Java fast durchweg mit Handgeräten nach dem sogenannten Reynososystem bearbeitet, wobei man den Boden ähnlich wie beim Spargelbau in Gräben und Dämme legt, während in Ostjava ausgiebig vom Pfluge Gebrauch gemacht wird. Auf Kuba, dem Land mit der größten Zuckererzeugung aus Zuckerrohr, wird der Zuckerrohrbau weit extensiver betrieben, denn der größte Teil der Zuckerrohrernte wird hier nicht durch die Zuckerfabriken selbst, sondern von kleinen Landwirten gewonnen, die ihr Rohr an die Fabrik verkaufen. Die Rohrerträge sind hier denn auch weit niedriger als bei intensiver Kultur, so wird z. B. auf Java von der Feldflächeneinheit weit mehr Rohr gewonnen als auf Kuba, so daß sich der Zuckerertrag etwa im Verhältnis von 2 : 1 stellt. Das entspricht für Kuba etwa einem Zuckerertrag von der Flächeneinheit, wie ihn in Deutschland die Zuckerrübe im Durchschnitt erzielen läßt. Außer durch Kulturmaßnahmen wie Bodenbearbeitung, Düngung usw. wird jener Unterschied in den Ernteergebnissen Javas und Kubas aber zu einem wesentlichen Teile dadurch mitbedingt, daß man auf Kuba von einer Neupflanzung mehrere Ernten nimmt, so daß das Zuckerrohr ebenso viel Jahre, wie Schnitte davon genommen werden, das Feld einnimmt, während sich auf Java die Nutzung der Anpflanzung selten über ein Jahr erstreckt. Da nun mit dem Alter der Anpflanzung ihre Erträge abnehmen und jedenfalls der erste Schnitt stets reichlicher ausfällt als die weiteren, so muß sich das Ernteergebnis durch längeres Anhalten der Pflanzung vermindern. Außerdem wirken Bewässerung und Fruchtwechsel auf Java günstig in dieser Richtung. Für den Zuckerrohrbau eignen sich im allgemeinen die schwereren, lehmigen und tonigen Boden besser als solche von leichterer Beschaffenheit, zumal wenn ihre Wasserversorgung schwierig ist. Das Zuckerrohr liebt einen wohl durchlüfteten, garen Boden, ein Zustand, der durch sorgfältige Bearbeitung zu schaffen ist. In den tropischen Gebieten, so z. B. auf Java, wird dieses Ziel wesentlich durch die klimatischen Verhältnisse unterstützt. Je nach den Bodenverhältnissen gestaltet sich die Bodenbearbeitung; sie wird mit Zuggeräten für tierische oder motorische Kraft, aber in ausgedehnten bevölkerten Gebieten (West-Java) sogar ausschließlich mit Handarbeitskräften durchgeführt. Wie die Zuckerrübe, so verlangt ferner auch das Zuckerrohr einen nährstoffreichen Boden, und wo dieser nicht von Natur aus gegeben ist oder durch die Bewässerung keine ausreichende Nährstoffzufuhr erreicht wird, muß dies durch zweckdienliche Düngung, wie sie auf Java üblich ist, angestrebt werden. Vor allem sind es die stickstoffhaltigen Düngemittel (Ölkuchen, Ammoniaksalze und salpetersaure Verbindungen), die sich beim Zuckerrohrbau lohnend erweisen und ganz besonders sind es die Ammoniaksalze, die man beim Zuckerrohrbau als Stickstoffdünger bevorzugt: Aber auch die Kalisalze und Phosphate müssen bei steigender Inanspruchnahme berücksichtigt werden, ferner auch der Kalk, besonders auf Böden, wo seine mittelbare Wirkung erwünscht ist.

Obgleich dem Zuckerrohr zur ausgiebigen Entwicklung ziemlich erhebliche Mengen an Wasser zur Verfügung stehen müssen, deren Zufuhr auf Java während der trockenen Zeit, in die die Jugendentwicklung des Zuckerrohrs fällt, durch großzügig angelegte Bewässerungsanlagen ermöglicht wird, und in der zweiten Hälfte des Wachstums durch die Niederschläge in der Regenzeit erfolgt, schadet ihm —

entgegen hier und da zu findenden Angaben, wonach das Zuckerrohr als Sumpfpflanze anzusprechen sei — stauende Nässe nicht unerheblich, und daher hat man für ihre Abwendung Sorge zu tragen.

Zu Pflanzgutstecklingen verwendet man am besten den jüngeren, noch von Blattscheiden umschlossenen und mit noch gut keimfähigen Augen und kürzeren Stengelgliedern versehenen oberen Teil des erwachsenen und zur Zuckerbereitung zu erntenden Rohrs oder junges, nur wenige Monate altes zu diesem Zweck besonders angebautes sogenanntes Pflanzrohr; besonders zur Abwendung der Sereh-Krankheit wird letzteres auf Java in größerem Umfange im Gebirge erbaut. Bei Stecklingen der ersteren Art sollte man gewöhnlich nicht unter solche mit drei Augen heruntergehen, sie aber auch nicht wesentlich länger wählen.

Die Pflege der Zuckerrohranpflanzungen erstreckt sich auf das Behacken und Anerden des jungen Rohres, seine Versorgung mit dem erforderlichen Wasser, Fernhalten tierischer und pflanzlicher Schädlinge und der möglichsten Beseitigung der abgestorbenen Blätter, auf Java »trassen« genannt.

Feinde und Krankheiten des Zuckerrohrs. Die Zahl der Feinde und Krankheiten, welche die Kultur des Zuckerrohrs bedrohen, ist keine geringe. Ihre Kenntnis und die Mittel zur Abwendung ihrer Schädigungen ist durch Tätigkeit der Versuchsstationen zur Förderung des Zuckerrohrbaues ganz wesentlich gefördert worden. Hier näher darauf einzugehen würde den Rahmen dieser Ausführungen weit überschreiten, und daher wollen wir uns hier unter Verweisung auf die Literaturangaben darauf beschränken, einige Andeutungen zu machen. Von tierischen Schädlingen seien die Bohrer genannt, das sind die Raupen verschiedener Kleinschmetterlinge, die bohrend in den Stengeln oder in den Herzblättern und der Stengelspitze des Zuckerrohrs leben und erhebliche Schäden hervorrufen; auch die engerlingartige Larve (wawalan) eines Käfers etwa in der Größe unseres Junikäfers macht sich besonders in den trockeneren Gebieten Javas (Ostjava) nicht unerheblich als Schädling bemerkbar. Verbreitet sind auch Schädigungen durch Nematoden, so besonders durch *Tylenchus sacchari* Soltwedel, der die zarten Zuckerrohrwurzeln zerstört, und erwähnt sei auch hier eine Milbenart, die am Stengel kleine runde Gallen, die zusammen braune Krusten bilden, erzeugt; sie hat eine weite Verbreitung und Dammer (179) gibt das Vorkommen von durch sie befallenen kleinen Zuckerrohrstückchen als Mittel zur Erkennung von Kolonialzucker an. Nicht minder schädlich sind manche pflanzliche Parasiten an Stengeln, Blättern und Blattscheiden des Zuckerrohrs; hier seien nur der Brand, Rost, die Schwarzfäule und die Sklerotienkrankheit genannt. Eine Krankheit des Zuckerrohrs von großer Bedeutung in wirtschaftlicher Hinsicht ist die nunmehr seit mehreren Jahrzehnten — sie hielt ihren Einzug Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts — auf Java auftretende Serehkrankheit. Bei hochgradigem Auftreten dieser Krankheit ist die Stengelbildung so gut wie ganz unterdrückt, und die Verkürzung der Stengelglieder geht so weit, daß man es scheinbar nur noch mit Blätterbüscheln, ähnlich denen des Richgrases (jav. sereh genannt), welches der Krankheit die Bezeichnung einbrachte, zu tun hat. Schon in meinen Berichten der Versuchsstation Westjava Heft 1 (1890) wurde auf Grund der krankhaften Zustände der Gefäße des serehkranken Zuckerrohrstengels und des Auftretens von Bakterien in ihm die Vermutung ausgesprochen, daß wir es bei dieser Krankheit mit einer Gefäßbakteriose zu tun haben. Vor kurzem ist diese Annahme durch Reinkulturen von anderer Seite bestätigt worden. Wir haben es hier offenbar mit einem ähnlichen krankhaften Zustand wie beim Abbau der Kartoffel zu tun, der ebenfalls neuerdings wohl mit Recht auf Infektion zurückgeführt wird.

Die Ernte des Zuckerrohrs. Wie bei der Zuckerrübe so ist auch beim Zuckerrohr die richtige Wahl der Erntezeit von Bedeutung, denn von ihr wird der Zuckerertrag wesentlich mit beeinflußt, weil sowohl unreifes wie überreifes Rohr der Zuckerausbeute abträgig sind und daher hier Unreife aber auch Überreife vermieden werden müssen. Aber ebensowenig wie man bei der Zuckerrübe von einer eigentlichen Reife sprechen kann,

gilt dies im gleichen Maße vom Zuckerrohr. Hier handelt es sich vielmehr nur um eine Schnittreife, d. h. einen Zustand, in dem das Zuckerrohr für die Gewinnung von Zucker am besten geeignet ist. Aber auch diesen Zustand kann man nicht überall in den Zuckerrohranbaugebieten abwarten, denn an ihren nördlichen und südlichen Grenzen muß man wegen der Frostgefahr das Zuckerrohr, wenn es sich noch nicht so weit entwickelt hat, schneiden. Man verarbeitet hier daher tatsächlich immer unreifes Rohr, und daraus erklären sich die niedrigen Ausbeuten dieser Länder und ihre geringe Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltzuckermarkt. Neben dem Klima haben aber auch weiterhin die Art der gebauten Rohrsorte, die Nutzungsart der Anpflanzung (ob ein- oder mehrjährig), die Boden- und Wasserverhältnisse usw. auf die Vornahme des Schnittes in den einzelnen Ländern einen bestimmenden Einfluß. So steht das Rohr gewöhnlich 9—14 Monate aber auch bis zu zwei Jahren und noch darüber zu Felde; das Cheribonrohr auf Java wird gewöhnlich 11—13 Monate nach dem Auspflanzen geerntet, aber gewisse aus Saat gezogene Sorten nehmen das Feld länger in Anspruch. Auf die Erntemaßnahmen selbst hier näher einzugehen ist nicht möglich.

In den Ländern, wo man den für die Zuckergewinnung am besten geeigneten Zustand des Zuckerrohrs abwarten kann, ist es von Belang zu wissen, wie man ihn zu ermitteln hat. Nach den vorliegenden Untersuchungen von Went beginnt die Reife des Stengels von unten und schreitet von dort regelmäßig nach oben fort. Zur Beurteilung des Reifegrades des Zuckerrohrs empfiehlt daher Müller von Czernicki von den Feldern, die daraufhin zu prüfen sind, Stengel zu entnehmen und in eine bestimmte Anzahl von Teilen zu zerlegen und die einander entsprechenden Teile zusammen auf Zucker zu untersuchen. Nach ihm ist anzunehmen, daß die maximale Reife dann erreicht ist, wenn die älteren Teile keine Steigerung des Zuckergehaltes mehr aufweisen und der Zuckergehalt der jüngsten Teile sich dem der nächstjüngeren nähert. Unreifes sowohl wie überreifes Rohr sind an reduzierenden Zuckerarten reicher als reifes; im überreifen Rohr erfolgt die Bildung reduzierender Zucker nicht nur auf Kosten des Rohrzukkers, sondern es wird auch die Gewinnung des letzteren durch die ersteren gehindert.

Die Erträge des Zuckerrohrs, abhängig von mancherlei Einflüssen, sind großen Schwankungen unterworfen; die höchsten Erträge dürften zur Zeit die Anpflanzungen auf den hawaiischen Inseln und Java bringen.

Verarbeitung des Zuckerrohrs auf Zucker. Obgleich auch hier die Gewinnung des Saftes wie bei der Zuckerrübe durch Diffusion möglich ist, ja, der Saft dabei sogar in bester Beschaffenheit gewonnen werden kann, so hat diese Art der Saftgewinnung, welche besonders am Ende des vorigen Jahrhunderts in verschiedenen Ländern auch auf ihre Anwendbarkeit beim Zuckerrohr geprüft worden ist, in der Zuckerrohrzuckerindustrie keine dauernde oder wenigstens keine ausgedehnte Benutzung gefunden. Sie erfolgt, abgesehen von den bis zur größten Einfachheit gehenden Preßvorrichtungen, in gut geleiteten Betrieben gewöhnlich durch starkes Auspressen mit einer drei- bis mehrteiligen Walzenmühle meist unter Hinzufügung von Wasser (Imbibition) zwischen den einzelnen Mühlenzylindern. Der Grund hierfür liegt in erster Linie weniger in der Gewinnung eines guten Saftes als darin, daß das ausgepreßte Zuckerrohr als Brennstoff für den Betrieb der Zuckerfabrik dienen muß, da Holz oder Kohlen nicht zur Verfügung stehen, oder wenn dies der Fall ist, ihre Beschaffung den Betrieb doch wesentlich verteuert. Die zwecks Diffusion hergestellten Zuckerrohrschnitzel sind aber in ausgelaugtem Zustande als solche für Feuerungszwecke ungeeignet und müssen wenigstens vorher ausgepreßt werden; dies verursacht nicht nur Kosten, sondern die Schnitzel gehen dabei auch in einen für die Feuerung weniger günstigen grusigen Zustand über, als ihn das einfach ausgepreßte Zuckerrohr (Ampas, Bagasse) beim Vermahlverfahren aufweist. Mit der Anlage günstiger arbeitender Feuerungen fällt aber auch dieser Gesichtspunkt nicht mehr so sehr ins Gewicht, und es scheint, als ob der Diffusion auch in der Zuckerrohrzuckerindustrie jetzt mehr der Weg zur Einführung ge-

ebnet sei. Auch die Läuterung der gewonnenen Zuckerrohrsäfte erfolgt meist nicht wie bei den Rübensäften durch Anwendung größerer Kalkmengen und Scheidung mittels Kohlensäure (Karbonatation), sondern in der Hauptsache noch auf dem Wege der einfachen Deckenscheidung (Defekation), während das Verkochen der Säfte und die weitere Verarbeitung der Sude jetzt in den besser eingerichteten Fabriken in ebenso vollkommener Weise wie bei der Zuckergewinnung aus der Zuckerrübe erfolgt. Es ist jedoch zu beachten, daß die Betriebe zur Zuckerbereitung aus Zuckerrohr in den verschiedenen Anbaugebieten des Zuckerrohrs auf sehr ungleichen Stufen der Entwicklung stehen; denn auch heute findet man hier noch Einrichtungen der allereinfachsten Art unter Verwendung von Hand- oder tierischer Kraft und solche in größter Vollkommenheit mit Antrieb durch Dampf oder Elektrizität vor. Es ist selbstverständlich, daß demnach auch die Erzeugnisse von sehr ungleicher Beschaffenheit sind, denn je nach der Reinigung und Verarbeitung der Säfte muß sich das Erzeugnis gestalten. Am besten dürften zur Zeit die Fabriken auf Java, den hawaischen Inseln und Kuba sein — sind es doch auch diese Länder, welche die besten und wettbewerbsfähigsten Zuckerindustrien des Zuckerrohranbaugebietes aufweisen.

Die Welterzeugung an Rohrzucker. Das gegenseitige Verhältnis der Erzeugung von Rohrzucker aus Zuckerrohr und Zuckerrüben hat sich im Laufe der Zeit verschiedentlich wesentlich verschoben. So stieg seine Herstellung aus der Zuckerrübe im Verlauf des vorigen Jahrhunderts allmählich und erreichte am Ende mehr als 60 % der Gesamterzeugung. Gegenwärtig übersteigt wiederum die Erzeugung des Zuckers aus dem Zuckerrohr die aus der Zuckerrübe erheblich. Die Steigerung ist zum Teil nur eine scheinbare, insoweit sie durch eine Änderung der Statistik hervorgerufen worden ist. Denn während man vor 1904 Britisch-Indien in der Zuckerstatistik mit 50 000 t Einfuhr führte, hat man dieses Gebiet seit jener Zeit mit einer mutmaßlichen Erzeugung von 2 Mill. t und mehr eingesetzt. Wesentlich hat dann aber der Weltkrieg auf die Erzeugung der einzelnen Länder an Rohrzucker eingewirkt; die Zuckererzeugung aus Zuckerrohr wurde dadurch gewaltig begünstigt, während die aus der Zuckerrübe daniederlag, ja, zum Teil völlig zerstört wurde. Dadurch ist das Verhältnis zuungunsten der Zuckerrübe gegenüber dem Zuckerrohr verschoben. Von den wichtigsten Zuckerrohrgebieten nahmen im Jahre 1924 an der Erzeugung von Zuckerrohrzucker folgende mit den in Tonnen angegebenen Mengen teil: Kuba 4 925 000, Java 1 990 000, Hawai 590 000.

Demgegenüber erzeugten die wichtigsten Zuckerrübenanbaugebiete folgende Mengen an Zucker: Deutschland 1 590 000, Frankreich 1 425 000 und Vereinigte Staaten von Nordamerika 1 099 700 t.

Zum Schluß mag hier nach Bartens noch eine Übersicht der Rüben- und Zuckerrohrzuckererzeugung der Welt im letzten Vierteljahrhundert folgen.

Welterzeugung an Rüben- und Zuckerrohrzucker 1900—1925.
(in 1000 t nach Rohzuckerwert)

Jahr	Rübenzucker	Zuckerrohrzucker[1])	Anteil in %
1900/01	5 961,8	5 962,0	50 : 50
1901/02	6 843,5	6 317,6	52 : 48
1902/03	5 683,9	6 266,2	47,6 : 52,4
1903/04	6 037,5	6 275,0	49 : 51
1904/05	4 907,4	6 900,7	41,6 : 58,4
1905/06	7 232,0	6 810,1	51,5 : 48,5
1906/07	7 208,1	7 519,9	49 : 51
1907/08	7 060,0	7 003,6	50,2 : 49,8
1908/09	6 962,0	7 662,6	47,6 : 52,4
1909/10	6 603,2	8 406,7	44 : 56
1910/11	8 536,9	8 471,5	50,2 : 49,8
1911/12	6 888,3	9 123,7	43 : 57
1912/13	8 982,4	9 307,0	49 : 51
1913/14	8 908,0	10 015,0	47 : 53
1914/15	8 224,0	10 273,6	44 : 56
1915/16	6 029,2	10 794,1	36 : 64
1916/17	5 778,3	11 265,9	34 : 66
1917/18	5 083,6	12 359,7	29 : 71
1918/19	4 422,6	11 971,7	27 : 73
1919/20	3 343,6	11 899,3	22 : 78
1920/21	4 758,5	11 988,6	29 : 71
1921/22	5 088,6	12 797,9	28,5 : 71,5
1922/23	5 319,6	12 983,9	29 : 71
1923/24	6 026,7	13 906,0	30,2 : 69,8
1924/25	8 285,8	14 550,0	36,3 : 63,7
1925/26	8 496,7	16 294,4	34,3 : 65,7

[1]) In dieser Zusammenstellung ist Britisch-Indien bereits seit 1900/01 mit einer Erzeugung von 2—3 Mill. Tonnen eingesetzt, was zum Teil in anderen Statistiken erst von 1904/05 an vorgenommen wurde.

Aus der erheblichen Zunahme beim Zuckerrohr und der wesentlichen Abnahme der Erzeugung bei der Zuckerrübe Schlüsse auf die gegenwärtige Konkurrenzfähigkeit der auf diesen beiden Rohstofflieferanten fußenden Industrien zu ziehen, wie es von einigen Seiten geschieht, halte ich in Anbetracht der für beide in dem letzten Jahrzehnt sehr ungleichen Daseinsbedingungen für verfehlt. (Vgl. auch Zuckerrübe IV, 2.)

W. Krüger.

2. Zuckerhaltige Stämme einiger Ahornarten und Palmen.

a) **Der Ahornzucker** ist ein für den Weltmarkt kaum mehr in Frage kommender Handelsartikel. Bedeutung besitzt er nur noch für Nordamerika.

Dieser Zucker wird in erster Linie aus *Acer saccharinum,* dem Zuckerahorn (Sugar Maple Tree, »Maple«) gewonnen, ferner aber auch aus *Acer dasycarpum,* dem Silberahorn, *A. negundo,* dem Eschenahorn, *A. rubrum,* dem rotblütigen Ahorn und *A. platanoides,* dem Spitzahorn. Diese Bäume gehören zur Familie der Aceraceae.

Sie besitzen gegenständige, abfallende oder immergrüne Blätter und enthalten meist Sekretschläuche an der Außenseite des Weichbastes. Die in der Regel kleinen radiären Blüten stehen in Trauben, Dolden oder Rispen und besitzen eine vier- bis fünfgliedrige Blütenhülle, deren Krone zuweilen ausfällt. Auf der scheibenförmigen oder konkaven Blütenachse befindet sich ein meist ringförmiger, oft auch lappiger oder reduzierter Diskus, ferner zahlreiche (meist 4—10) Staubblätter. Der ausgeschiedene Nektar dient der Anlockung von Insekten, die die Befruchtung vollziehen; nur bei dem zweihäusigen *Acer negundo* tritt Windbestäubung ein. Es besteht die Neigung zum Abort des einen Geschlechts; deshalb finden sich oft verschiedene Blütenformen nebeneinander. Der zweifächerige Fruchtknoten wird aus zwei Fruchtblättern gebildet und trägt zwei, mehr oder weniger verwachsene Griffel. In jedem Fach des Fruchtknotens befinden sich zwei Samenanlagen, die neben- oder übereinandergelagert sind. Die den beiden Fruchtblättern entsprechenden Teile der reifen Frucht sind einseitig geflügelt, die Frucht ist eine Spaltfrucht.

Die Ahornbäume sind in den Wäldern Europas, Nordamerikas und in den Gebirgen Asiens weit verbreitet. Sie fehlen jedoch in Afrika und in den Tropen. Wegen ihrer prächtigen Ahornwälder sind besonders das südliche Kanada und Oregon berühmt.

Die Bäume werden 30—40 m hoch und gedeihen am besten auf fruchtbarem Ackerboden. Sie finden sich meist in Gruppen in den Wäldern zerstreut und bilden selten geschlossene Waldungen.

Der im Sommer in den Blättern der Bäume gebildete Zucker wird zum großen Teil aufgespeichert, und zwar in den parenchymatischen Teilen der Gewebe, des Bastes, des Holzes und deren Markstrahlen, sowie in der Rinde. Zu Beginn neuer Vegetationsperioden, also im Frühjahr, wird der abgelagerte Zucker in dem aufsteigenden Saftstrom gelöst und wandert zu den Stellen des Verbrauchs, den jungen Trieben usw.

Die Gewinnung des Ahornzuckers wurde schon seit alter Zeit durch die Indianer Nordamerikas betrieben. Sie hieben die Bäume mit einer Axt horizontal an und sammelten den austretenden Saft, indem sie ihn mittels eines Stückes Rinde in ein Gefäß fließen ließen. Durch Einkochen wurde der Saft konzentriert, oft sogar zur Kristallisation gebracht, z. B. im Winter durch Ausfrierenlassen. Die Einwanderer nahmen den Gewinnungsprozeß auf und vervollkommneten ihn. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts entstand eine richtige Ahornzuckerindustrie.

Bei der heutigen Zuckergewinnung werden die Baumstämme im Vorfrühling angebohrt. Die Bohrlöcher sind nach abwärts gerichtet und werden in 50—75 cm Höhe über dem Erdboden angebracht, sind etwa 2,5 cm tief und haben ungefähr 1,5 cm Durchmesser. In diese Löcher werden Metallrohre aus Zinn oder verkupfertem Eisen eingeschlagen und Zinneimer daran aufgehängt. Da während der Nacht kein Saft austritt, so braucht dieser nur am Tage eingesammelt zu werden; dies geschieht zweimal täglich. Die Eimer werden in große Fässer entleert und sofort in die mit industriellen Anlagen versehenen Farmhäuser gebracht, wo sie auf Zucker verarbeitet werden. In entlegenen Gegenden werden die Fässer jedoch zu-

nächst zu den im Walde gelegenen Zuckerhäusern transportiert, und der Saft wird erst nach dem dort in offenen Pfannen über freiem Feuer erfolgten Eindampfen zur Sirupdicke weiter in die Farmhäuser befördert, in denen die Zuckergewinnung erfolgt.

Die Periode des Anzapfens der Bäume dauert drei bis vier Wochen. In dieser Zeit läuft der Saft ständig mit Unterbrechungen von 2—3 Tagen. Es werden meist erst die 35—40jährigen Bäume angezapft; diese liefern dann mehrere Jahrzehnte hindurch den Zuckersaft. Ein Anzapfen zu einem früheren Zeitpunkt ist für die Ertragfähigkeit der Bäume von Schaden.

Aus einem dieser nordamerikanischen Bäume werden jährlich im Durchschnitt 2,5—3 kg Zucker gewonnen. Die in früherer Zeit zur Zuckergewinnung auch in Europa, besonders Ungarn, angepflanzten Ahornarten, wie Spitzahorn und Silberahorn, wiesen dagegen meist nur einen Jahresertrag von 2 kg Zucker auf. Während die Zuckergewinnung aus diesen Bäumen in Europa vollkommen erloschen ist, ist sie in Nordamerika unseres Erachtens noch weiter im Steigen begriffen, besonders in den Staaten Vermont, New York und Pennsylvania.

Der Frühjahrssaft von *A. saccharinum* enthält 5,15 % Rohrzucker, der von *A. rubrum* 2,81 % und der von *A. negundo* 2,40 % (180).

Die Zusammensetzung des aus diesem Saft gewonnenen Zuckers ist wie folgt: 85,40 % Rohrzucker, 5,09 % reduzierender Zucker, 6,76 % sonstige organische Substanz, 8,75 % Wasser und 0,78 % Asche. Außerdem sind 0,98—1,67 % Apfelsäure und geringe Mengen von Malonsäure vorhanden (181).

Da der Zucker durch bloßes Eindampfen des Zuckersaftes erhalten wird, ist er goldgelb bis braun gefärbt und hat infolge seines Gehaltes an Apfelsäure einen sehr angenehmen Geschmack. Deshalb ist er höher geschätzt als der durch Raffination aus ihm gewonnene reinweiße Zucker oder der Rohr- bzw. Rübenzucker. Der eingedickte Zuckersaft kommt als Ahornsirup ebenfalls in den Handel und findet mannigfache Verwendung im Haushalt, in den Bäckereien usw.

b) **Die Palmzucker** besitzen für den Weltmarkt keinerlei Bedeutung, werden jedoch noch heute hergestellt, da sie für die Eingeborenen der Gewinnungsländer von großem Nutzen sind.

Der wichtigste Palmzucker ist der aus der in den gebirgigen Teilen von Java wildwachsenden Zuckerpalme, *Arenga saccharifera,* gewonnene Zucker. In erheblicher Menge wird ferner aus der Wald-Dattelpalme, *Phoenix silvestris,* in Indien, hauptsächlich in Bengal, schon seit alten Zeiten Zucker hergestellt und auch exportiert. Namhafte Handelsartikel sind auch der in Malabar aus der Kokospalme, *Cocos nucifera,* gewonnene Kokospalmzucker und der in Chile aus der chilenischen Honigpalme erhaltene Palmhonig, der einen eingedickten Zuckersaft darstellt.

Diese Palmenarten gehören verschiedenen Gattungen der großen Familie der Palmae an. Sie besitzen meist säulenförmige Stämme, die häufig durch die Narben der abgefallenen Blätter geringelt oder mit Blattstielresten bedeckt sind. Die Stämme tragen eine Krone von großen, fächerförmigen Blättern. Die meist eingeschlechtigen Blüten sind strahlig gebaut, die Staubgefäße oft miteinander verwachsen. Die Fruchtblätter bilden meist durch Vereinigung einen ein- bis dreifächerigen Fruchtknoten, in dem in der Regel nur eine Samenanlage ausgebildet wird. Die Frucht ist eine Beeren- oder Steinfrucht. Die Blütenstände sind oft sehr reichblütig und von mehreren hautigen, lederigen oder verholzten Blütenscheiden umgeben. Diese schließen sie in der Jugend vollkommen ein, fallen aber bei der Reife ab oder springen auf. Die fast stets achselständig, selten endständig stehenden Blütenstände sind oft kolbenartig verdickt; die Blüten finden sich alsdann in dem fleischigen Gewebe eingesenkt.

Die Zuckerpalme, *Arenga saccharifera,* ist in Hinterindien und im Malaischen Archipel heimisch, wo sie überall in Dörfern und Gärten ihres großen Nutzens wegen angepflanzt wird.

Der dicke Stamm ist von den Blattscheiden und unteren Teilen der Blattstiele umgeben und besitzt aufwärts gerichtete, breitgefiederte Blätter. Die eingeschlechtigen Blütenstände hängen aus der Krone

heraus; die weiblichen Blütenstände entwickeln sich zuerst, die männlichen folgen später.

Die Stämme enthalten in den parenchymatischen Teilen der Gewebe viel Stärke aufgespeichert. Diese wird bisweilen gewonnen und als Sago in den Handel gebracht, so z. B. auf Celebes. Beim Beginn der Bildung der Blütenstände wird die Stärke in den Palmen mobilisiert und in Zucker übergeführt. Der aufsteigende Saft enthält dann 3—6 % Rohrzucker, neben geringen Mengen von Glukose und d-Fruktose (182). Die Gewinnung des Zuckers erfolgt aus den 9—12jährigen Palmen, die in den gebirgigen Teilen Javas wild wachsen. Sobald der erste männliche Blütenstand gebildet ist, wird der Kolben geklopft. Tritt aus Einschnitten reichlich Saft aus, so wird der Kolben abgeschnitten und die Schnittfläche durch Blätter vor Bienen geschützt, unter Umständen mehrfach erneuert. Der ausfließende Saft wird in am Baum angelegten und fest gebundenen Bambusrohren aufgefangen, die nach mehreren Tagen zur Entleerung abgenommen werden. 2—5 Monate lang werden so täglich 2—4 Liter Saft gewonnen. Ist der nächste männliche Blütenstand reif, so wird er in derselben Weise behandelt. Oft kann ein einzelner Baum mehrere Jahre hindurch ununterbrochen Saft liefern.

Der gewonnene Saft wird über freiem Feuer eingedampft, bis eine entnommene Probe beim Abkühlen erhärtet. Die braune Zuckermasse wird in runde Scheiben oder rechteckige Blöcke geformt und in Palmblätter eingeschlagen in den Handel gebracht.

Dieser Zucker wird mannigfach verwandt, z. B. zu Konfekt und süßen Speisen, geht aber leicht in Gärung über, da er nicht gereinigt ist.

Aus dem Zuckersaft entsteht beim Stehenlassen durch alkoholische Gärung schnell ein als Palmwein bezeichnetes Getränk, das von den Eingeborenen sehr geschätzt wird. Der Palmwein dient zur Herstellung von Essig, sowie auch von Arrak durch Destillation.

Die Wald-Dattelpalme oder indische Dattel-Zuckerpalme, *Phoenix silvestris,* ist in ihrer Heimat Indien sehr gemein und wird seit alten Zeiten zur Gewinnung von Palmzucker kultiviert, besonders in Bengalen.

Der Stamm der Palme, der 9—13 m hoch wird, trägt eine dichte, halbkugelige Krone aus 3—5 m langen Fiederblättern. Die männlichen Blüten der getrenntgeschlechtigen Pflanzen blühen reicher als die weiblichen. Sie besitzen sechs Staubgefäße und drei innere schmale Blütenhüllblätter. Die weiblichen Blüten bestehen aus drei freien, übereinander gepreßten Fruchtblättern mit je einer Narbe an der Spitze und werden von den sich deckenden, inneren Blütenhüllblättern eingeschlossen. Es sind drei Samenanlagen vorhanden, von denen in der Regel nur eine einzige zur Fruchtreife kommt. Die Frucht ist eine fleischige Beere, deren Samen zur Fortpflanzung und Kultur der Palmen in gutgedüngtem Boden großgezogen werden.

Der in den Blättern in reicher Menge gebildete Zucker sammelt sich im Saftstrom des Stammes an und wird erst später im Grundgewebe des Stammes in Form von Stärke abgelagert. Zu Ende der Vegetationsperioden, also im Herbst, ist der Zuckergehalt des Saftes am höchsten. Er beträgt dann 3—6 % (183); deshalb erfolgt die Zuckergewinnung aus dem Saft im Herbst.

Ende Oktober werden die unteren Blätter, die vielfach als Geflecht und Brennmaterial verwandt werden, abgenommen und an der freigelegten Stelle wird nach einigen Tagen ein Einschnitt in den Stamm gemacht. In diesen wird ein kleines gespaltenes Bambusrohr eingesetzt und der des Nachts austretende Saft in untergestellten Gefäßen aufgefangen. In kühlen Nächten ist der Ausfluß des Saftes besonders reichlich, oft in einer Nacht bis 9 Liter. Der Saft wird eingedickt und in besonders dazu eingerichteten Farmhäusern auf Zucker verarbeitet.

Ein vollausgewachsener Baum kann bis 50 Nächte lang während der Erntezeit Saft liefern. Die erste Anzapfung erfolgt meist schon im fünften Lebensjahr, wobei der Baum aber nur den halben Durchschnittsertrag liefert. Die Erntefähigkeit beträgt meist 40, in günstigen Fällen 45 bis 50 Jahre.

Die Kokosnußpalme, *Cocos nucifera*, ist eine tropische Küstenpalme, die über die ganze Erde verbreitet ist und sich in gewaltigen Mengen, vor allem in Südasien und Polynesien findet, wo sie in großen Anpflanzungen kultiviert wird.

Sie wird auch als die Königin der Palmen bezeichnet, weil sie für die Eingeborenen zum Teil direkt unentbehrlich ist, da sie ihnen die lebensnotwendigen Nährstoffe, wie Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate in großen Mengen liefert, sowie außerdem die technisch wertvollen Gespinstfasern.

Der Saft ihres Stammes enthält 3—6 % Zucker (184), der identisch mit Rohrzucker ist und in großen Mengen daraus gewonnen wird (jährlich über 100 Mill. kg).

Zur Gewinnung werden die noch geschlossenen Blütenscheiden entweder mit jungen Kokosblättern umschnürt und dann angeschnitten, oder es wird die Spitze der Blütenscheide abgeschnitten. Die Wunde wird mit einem Brei verschlossen und die entstandene Wundkruste am nächsten Tage wieder entfernt. Alsdann wird neu mit Brei bestrichen und die Blütenscheide von unten nach oben geklopft. Dieser Prozeß wird acht Tage lang wiederholt und erst dann der aus der geöffneten Wunde austretende Saft in Gefäßen aufgefangen. Bei zweimaliger Entleerung des vorgelegten Gefäßes werden täglich 2—3 Liter Zuckersaft gewonnen. Dieser Saft, nach F. de Mello als Sura bezeichnet (185), wird sofort zu Sirup eingedickt, in Malabar unter Zusatz von etwas Muschelkalk zur Verhütung der Gärung. Der Sirup wird entweder zur Kristallisation gebracht oder auf Palmblätter aufgestrichen, auf denen er dann erhärtet (z. B. in Malabar).

Der erhaltene Zucker ist braun gefärbt, hat einen angenehmen Geschmack und wird als »tschakara« oder »Jagra« bezeichnet. In Malabar bildet er einen wichtigen Handelsartikel. Aus dem Zuckersaft entsteht ferner beim Stehenlassen durch Gärung in wenigen Stunden ein alkoholisches, stark berauschendes Getränk. Dieses wird als Palmwein oder Toddy bezeichnet und zur Herstellung von Essig sowie von Arrak durch Destillation verwandt.

Die Coquito- oder chilenische Honigpalme, *Jubaea spectabilis*, ist die einzige Palme, die sich in Chile findet und besonders in Mittelchile in größeren Beständen vorkommt. Sie gedeiht nur zwischen 31—35° südlicher Breite.

Die 12—15 m hohe Palme besitzt einen dicken Stamm und trägt eine Krone von zahlreichen, langen Fiederblättern. Sie ist einhäusig und blüht erst im hohen Alter; ihre Früchte ähneln denen der Kokospalme.

Im Stamm dieser Palme finden sich große Mengen Zucker aufgespeichert, die zu Beginn der Vegetationsperiode mobilisiert werden und dann im aufsteigenden Saftstrom enthalten sind.

Zur Gewinnung des Zuckers wird der ganze Stamm, bevor der Frühlingstrieb erfolgt, an der Wurzel gefällt. Die Fällung wird aber so ausgeführt, daß noch ein Teil des Stammes mit einigen Wurzeln und dadurch mit dem Erdreich verbunden bleibt. Alsdann wird die Krone abgeschnitten, das oberste Stammende gekappt und der austretende Saft in untergestellten Gefäßen aufgefangen. 6—8 Monate lang fließt der Saft ununterbrochen; sobald die Poren der Schnittfläche sich verstopfen, muß eine neue angelegt werden. Ein einzelner Baum liefert so 300 bis 400 Liter Saft. Dieser wird bis zur Sirupdicke eingedampft und so werden aus ihm 60—100 Liter Honig gewonnen.

Dieser Palmhonig ist zähflüssig, von gelbbrauner Farbe und besitzt einen außerordentlich aromatischen Geschmack; über seine chemische Zusammensetzung ist nichts Näheres bekannt. Er bildet für die Eingeborenen von Chile ein wertvolles Nahrungs- und Genußmittel. Die Produktion an Honig ist ziemlich erheblich; so lieferte eine Hazienda bei Valparaiso mit 150 000 Bäumen allein jährlich 200 000 Liter Honig.

Wenngleich die beschriebenen Palmarten die Hauptlieferanten des Palmzuckers sind, so wird dieser Zucker doch noch aus einer Reihe anderer Arten gewonnen. Diese haben jedoch nur örtliche Bedeutung, wie z. B. die südasiatischen Palmen *Borassus flabelliformis*, die Palmyrapalme, *Caryota urbis*, die Kitulpalme, *Phoenix dactylifera*, die Dattelpalme, *Phoenix spinosa*, die dornige Dattelpalme

und *Hipa fruticans*, die Atap- oder Hipapalme, sowie die südafrikanische Delebpalme, *Borassus aethiopum*.

IV. Zuckerhaltige Wurzeln und unterirdische Sproßorgane.

Die Wurzeln und unterirdischen Sproßorgane dienen, wenn sie reich an Zucker sind, als Reservestoffbehälter. Durch die Aufspeicherung der Zucker erhalten die sonst dünnen Wurzeln eine rüben- oder knollenförmige Gestalt. Sie verrichten dann ihre eigentliche Aufgabe, Nährstoffe aus dem Boden aufzunehmen, nicht mehr, sondern bilden das Nährgewebe für die bei der nächsten Vegetationsperiode neu entstehenden jungen Sprosse und Wurzeln. Sie sind oft auch gleichzeitig vegetative Vermehrungsorgane, ebenso wie die unterirdischen Sproßteile, die Knollen, Ausläufer, Zwiebeln und Rhizome. Treiben die Knospen der letzteren im Frühjahr aus und bilden oberirdische Triebe, so wird der Zuckergehalt zum großen Teil verbraucht. Meist wird er aber bald wieder durch die in den jungen Trieben und Blättern entstehenden Assimilationsprodukte ergänzt. Findet jedoch eine völlige Entleerung der Reservestoffbehälter statt, so werden die Reservestoffe in neuangelegten Organen gespeichert, wie z. B. bei der Gattung Ophrys oder Frauenträne der Familie der Orchidaceae.

Das Austreiben der Knospen im Frühjahr geschieht unter dem Einfluß chemischer und physikalischer Prozesse, vererbter Anlagen und vor allem auch der Vorwärme des Frühlings. Dann werden die etwa gespeicherten höheren Polyosen, wie z. B. Stärke, Inulin, Hemizellulose usw. unter der Einwirkung von Enzymen, wie Diastase, Invertin, Maltase, Inulase und anderen mobilisiert, wobei häufig Rohrzucker entsteht.

Die Speicherung der Reservestoffe ist am stärksten gegen Ende der Vegetationsperiode, also im Herbst. Die in den Speicherorganen enthaltenen Stoffe werden entweder erst dort aus Wanderstoffen, vermutlich unter Enzymwirkung gebildet, wie z. B. Stärke und Inulin, oder sie werden in unverändertem Zustande abgelagert, wie z. B. Rohrzucker.

Die Menge der gespeicherten Stoffe ist naturgemäß abhängig von der Menge der durch Photosynthese entstehenden Zucker. Doch kann durch die Kultur der wilden Pflanzen eine stärkere Speicherung an Reservestoffen erzielt werden, wie z. B. beim Maniok, *Manihot utilissima*.

In diesen Speicherorganen finden sich sowohl einfachere Zuckerarten, wie auch höhere Polyosen als Reservestoffe.

Der wichtigste Reservestoff der einfacheren Zuckerarten ist der Rohrzucker, der weit verbreitet ist und aus der Zuckerrübe technisch in großem Maßstabe gewonnen wird. Fast stets kommen auch geringe Mengen von Glukose und d-Fruktose als Invertzucker vor. Ebenfalls häufig vertreten ist Mannit; ferner findet sich Volemit bei einigen Arten der Familie der Primulaceae, Gentianose bei einigen Arten der Gattung Gentiana, Stachyose besonders bei der Familie der Labiatae, und Verbascose bei Verbascum.

Von den höheren Polyosen ist die Stärke der in den Wurzeln und unterirdischen Sproßorganen am weitesten verbreitete Reservestoff. Sie besitzt auch die größte technische und wirtschaftliche Bedeutung und wird deshalb in einem besonderen Abschnitt behandelt. Neben der Stärke sind noch das Inulin und dessen Begleitstoffe von Wichtigkeit, da sie als Nahrungs-, Arznei- und Futtermittel mannigfache Verwendung finden. So bilden sie z. B. die Hauptbestandteile der Zichorienwurzel und des Topinambur. Ihr Vorkommen ist für die Familie der Compositae charakteristisch. Von geringer Bedeutung sind dagegen die vor allem bei den Monokotyledonen als Reservestoff auftretenden Hemizellulosen, wie Mannan und Galaktan. O. Kallmann.

1. Rohrzuckerhaltige Wurzeln.

Zuckerrübe.

Die Versuche, die Andreas Sigismund Marggraf um die Mitte des 18. Jahrhunderts anstellte, um aus einer europäischen Pflanze Zucker zu erzeugen, führten zur Entdeckung des Rohrzuckers in der Wurzel des Mangold. Nach seinen Berichten (187) erhielt er aus dem weißen Mangold 1,56 % und aus der roten Spielart 0,49 % Zucker. Die Untersuchungen blieben zunächst ohne praktische Folgen.

Sein Schüler Franz Carl Achard nahm die Versuche wieder auf, und baute auf dem ihm von der preußischen Regierung zur Verfügung gestellten Gute Kaulsdorf verschiedene Sorten an. Er fand dabei, daß die Rüben »mit weißem Fleisch und weißer Schale« die geeignetsten für die Zuckerfabrikation seien, und gab eine ausführliche Kulturanweisung (188). Außerdem stellte er Fabrikationsversuche an, und nahm die erste Rübenzuckerfabrik in Kunnern in Schlesien 1802 in Betrieb (188). Die Ausbeute, die er erhielt, betrug etwa 5 %. Das fabrikative Verfahren wurde durch v. Koppy (189) wirtschaftlich ausgestaltet und später in Deutschland, Frankreich und Böhmen weiter entwickelt.

Bedeutung: Die Aufnahme des Zuckerrübenbaues hat eine Umwälzung der europäischen Landwirtschaft hervorgerufen. Wie keine andere Feldfrucht hat die Zuckerrübe zur Entwicklung der heutigen intensiven Wirtschaft beigetragen. Die Aufnahme der Tiefkultur, der Hackkultur und der rationellen Düngerwirtschaft sind Folgen des Rübenbaues. Die Rübe erfordert zwar große Aufwendungen an Kapital und Arbeitskraft, aber sie produziert von derselben Fläche etwa doppelt soviel Nährwerteinheiten wie die Kartoffel und etwa dreimal soviel wie die Körnerfrüchte. Blätter und Köpfe allein haben denselben Nährwert wie eine mittlere Wiese. Anbaufläche und Produktion in Zucker ergeben sich aus folgender Tabelle (190):

Land	1913[1])		1925[1])	
	Rübenanbau in 1000 ha	Rohzucker in 1000 t	Rübenanbau in 1000 ha	Rohzucker in 1000 t
Deutsches Reich . .	533	2 718	367	1 600
Danzig	—	—	5	28
Rußland	751	1 702	480	1 170
Polen	—	—	174	578
Finnland	—	—	1	2
Österreich-Ungarn .	431	1 692	20	78
Tschechoslovakei . .	—	—	312	1 510
Ungarn	—	—	66	165
Frankreich	216	785	215	750
Italien	66	306	52	155
Niederlande	62	231	66	312
Belgien	55	229	72	335
Spanien	51	169	85	245
Dänemark	31	146	37	180
Schweden	29	137	40	205
Rumänien	15	38	61	123
Bulgarien	5	8	—	—
Jugoslavien (Serbien)	3	8	36	63
England	1,7	4,6	23	57
Vereinigte Staaten v. Nordamerika . . .	235	653	265	894
Canada	5	14	14	35
Andere Länder . . .	—	68	—	12

Die Gesamterzeugung der Welt betrug 1913: 18,9 Mill. t Rohrzucker; davon wurden aus Rüben gewonnen 8,9 Mill. t = 47 %. 1925 betrug die Welterzeugung 24,8 Mill. t Rohrzucker, davon aus Rüben 8,5 Mill. t = 34,3 %. Die Welterzeugung ist 1925 31 % höher als 1913. Die Erzeugung des Zuckers aus Rüben ist ungefähr gleich geblieben. Dagegen hat sich die Erzeugung aus Rohr um 60 % erhöht. Die kubanische Erzeugung allein ist von 2,6 Mill. t auf 4,7 Mill. t gestiegen. Nach Willet und Gray [Tropenpflanze 1926 (20) Nr. 7, S. 290] ergeben sich ähnliche Zahlen. Auf Erdteile berechnet ergibt sich für den Rübenzucker eine Erzeugung von

7,6 Mill. t für Europa,
0,82 Mill. t für Amerika.

Für Rohrzucker ergibt sich
8,9 Mill. t für Amerika,
5,7 Mill. t für Asien,
0,5 Mill. t für Austral. u. Polynesien,
0,6 Mill. t für Afrika.

In Europa wird Zucker aus Zuckerrohr nur in Spanien in ganz geringen Mengen erzeugt. Der Rückgang des Anteils des Rübenzuckers an der Welterzeugung ist durch die Schädigungen zu erklären, die die gesamte europäische Produktion durch die Nachkriegsverhältnisse erlitten hat. Die weitere Entwicklung wird davon abhängen, ob der Verbrauch an Zucker gesteigert werden kann. Dieser betrug in den wichtigsten Ländern im Jahre 1924 je Kopf der Bevölkerung: in den Vereinigten Staaten von Nordamerika 54,2 kg, in England 39,5 kg, in Frankreich 23,3 kg, in Deutschland 22,4 kg, dagegen in Rußland nur 5 kg. Deutschland war vor dem Kriege das größte zuckererzeugende Land. Der Zucker war ein wichtiger Außenhandelsartikel und die Hälfte der Erzeugung wurde ausgeführt; jetzt

[1]) Bei allen Zahlen sind die Gebietsveränderungen durch den Friedensschluß zu berücksichtigen. Deutschland verlor 18 % seiner Anbaufläche. Die reduzierte Anbaufläche für 1913 ist also 434 000 ha.

wird der größte Teil des Ertrags im Inlande verbraucht.

Varietäten. Die Zuckerrübe gehört zu der Familie der Chenopodiaceen in den Formenkreis der *Beta vulgaris* L. Von dieser sind drei Varietäten bekannt:

1. *Cicla* L. (*Beta hortensis* Mill.) Mangold. Die Wurzel ist hart, oft fingerförmig geteilt; Blätter und Blattstiele sind zu einer Nutzpflanze entwickelt und dienen als Gemüse oder Futter.

2. *Rapa* Dum. (= var. *rapacea* Hegetschw., = var. *campestris* Lange, *B. esculenta* Salisb., = *B. sativa* Bernh.) Runkelrübe. Wurzel und hypokotyles Glied sind die wirtschaftlich genutzten Teile. Die Runkelrübe wird in zahlreichen Formen angebaut, die sich nach Hegi (191) wie folgt gliedern:

f. alba DC. (weiße Rübe, weiße Runkel).
f. lutea DC. (Teller-, Burgunderrübe).
f. incarnata Meissn.
f. rubra DC. (rote Rübe, Ranne).
Wurzelgemüse. Auch gelbe Formen sind bekannt (192).

Die Form ist sehr variabel. Man kennt in den Farben weiß, rot, rotgelb und gelb in zahlreichen Abstufungen, zylinderförmige, spindelförmige und flaschenförmige Rüben, bei denen das Verhältnis von hypokotylem Glied zur Wurzel verschieden ist (siehe Abb. 13). Charakteristisch ist jedoch, daß der höhere Zuckergehalt sich stets in dem unterirdischen Teile findet, und daß dementsprechend die Formen je nach dem Prozentanteil an Wurzel trockensubstanzreicher oder -ärmer sind. Von Rümker (193) teilt die Futterrüben deshalb nach physiologischen Gesichtspunkten ein. Er unterscheidet Ertragstypen, Kompromißtypen und Gehaltstypen. Mit steigendem Wurzelertrag sinkt der Gehalt. Die bekanntesten Formen sind:

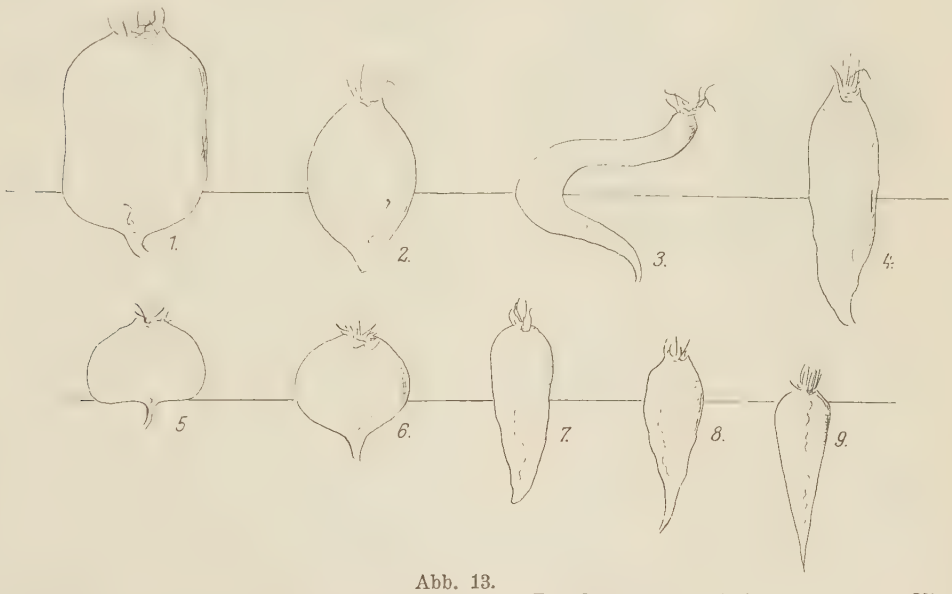


Abb. 13.
Verschiedene Formen der Futter- und Zuckerrübe. 1. Eckendorfer, 2. Olivenförmige, 3. Kuhhorn, 4. Mammuth, 5. Oberndorfer, 6. Leutewitzer, 7. Veni vidi vici, 8. Halbzuckerrübe, 9. Zuckerrübe.

Ertragstypen: Eckendorfer, Criewener, Mammuth.

Kompromißtypen: Zuckerwalze, Kirsches Ideal, verschiedene Olivenförmige, Tankard.

Gehaltstypen: Veni vidi vici, Oberndorfer, Leutewitzer und die Halbzuckerrüben.

3. *Altissima* DC. Zuckerrübe. Die Wurzel ist der wirtschaftlich genutzte Teil. Das hypokotyle Glied (Hals) ist wenig entwickelt. Die Haut ist meist weißlich, durch Gewebefalten (Zuckerrillen) gefurcht und nicht so glatt wie bei der Futterrübe. Die heutigen Formen wachsen ganz im Boden.

Abstammung. Als Stammpflanze

aller Kulturvarietäten wird die wildwachsende *Beta maritima* L. (*Beta vulgaris* var. *maritima* Koch) betrachtet. Sie kommt im westlichen und östlichen Mittelmeergebiet vor und nach Bunge (194) auch im Becken des Roten Meeres und im westkaspisch-transkaukasischem Gebiet, nach Hegi jedoch nicht an der Nordsee. Je nach dem Standort ist sie einjährig, zweijährig oder mehrjährig. [Vilmorin

Abb. 14
Kleinwanzlebener Rübe.

(195), Krüger (196), Munerati (197).] Über das Auftreten der Farbenmerkmale sind die Ansichten verschieden. Über die Entwicklung der Gliederung in die drei Hauptformen liegen keine Beobachtungen vor. Als älteste Kulturformen, die teilweise schon im Altertum bekannt waren, werden Mangold und Futterrübe angegeben (E. O. v. Lippmann, Geschichte der Rübe als Kulturpflanze, Berlin 1925). Die heutigen Formen werden allgemein auf die weiße schlesische Rübe zurückgeführt, die schon Achard in Kultur hatte. Die spindelförmige, aus dem Boden herauswachsende Art, die er ebenfalls als geeignet für die Fabrikation anführt, ist entweder ganz verschwunden oder noch in den rotköpfigen Rüben (Dippe, Vilmorin) oder in den französischen Halbzuckerrüben vorhanden. Die Zuckerrübe hat sich erst in den letzten 100 Jahren entwickelt.

Die wildwachsenden Arten sind mehrfach in Kultur genommen worden (198). Munerati (197) gibt an, daß sie bis zu 14% Zucker aufweisen.

Morphologie der Vegetationsteile und heutige Formen. Am Körper der Zuckerrübe kann man den Kopf, den Hals und die Wurzel unterscheiden. Der Kopf trägt die Blätter in schraubiger Anordnung ($^5/_{13}$ Stellung) (199). Unter dem Kopf befindet sich der Hals, welcher dem Hypokotyl der Keimpflanze entspricht. Er trägt weder Blätter noch Wurzeln. An ihn schließt sich die Wurzel an, kenntlich an den einander gegenüberliegenden, vertieften Längsreihen von Nebenwurzeln. In diesen Längsreihen sitzen die Nebenwurzeln zu Gruppen vereinigt in Querreihen von verschiedener Länge. Der Längsstreifen bildet häufig $^1/_4$—$^1/_1$ Schraubenumgang um die Achse. Das Wurzelende wird Schwanz genannt. Dieser dünne Teil der Pfahlwurzel erreicht eine Länge bis zu 2 m (200) und geht beim Roden verloren.

Man verlangt heute eine regelmäßige spindelförmige Gestalt (siehe Abb. 14) ohne größere Seitenwurzeln und mit nicht zu starken Vertiefungen, da diese die Reinigung erschweren. Die Anzahl der Rüben mit Seitenwurzeln, die bei der *Beta maritima* noch regelmäßig zu finden sind, ist durch die Züchtung stark vermindert worden, jedoch kommen die wurzeligen Exemplare noch zu 5—20 % in den Fabrikrüben vor. Der Kopf soll wenig aus dem Boden hervorragen. Er ist ärmer an Zucker und reich an Stickstoffverbindungen und erschwert dadurch die Fabrikation. Die bekanntesten Sorten sind die Kleinwanzlebener Zuckerrüben von der Zuckerfabrik Kleinwanzleben, vorm. Rabbethge u. Giesecke, A.-G., Kleinwanzleben, Bezirk Magdeburg, nach der sich auch eine große Anzahl anderer Sorten benennen, die Dippeschen Rüben (Gebrüder Dippe, A.-G., Quedlinburg a. H.) und die Schreiberschen Rüben (G. Schreiber u. Sohn, Nordhausen).

Die französischen Züchtungen (Vilmorin), die eine Zeitlang eine bedeutende Rolle gespielt haben, sind weitgehend vom Markte verdrängt. Eine Herkunftsbestimmung der im Handel befindlichen Sorten ist selbst für den geübten Kenner nach morphologischen Merkmalen nicht durchführbar. Physiologische Unterschiede sind vorhanden, und diese können zur Unterscheidung der Sorten herangezogen werden, jedoch gelingt sie nur manchmal und nur durch sorgfältige vergleichende Anbauversuche. Man unterscheidet einen Zuckertypus und einen Ertragstypus. Der Zuckertypus polarisiert 0,5—2% höher als der Ertragstypus, ist aber 40—120 dz je Hektar ernteärmer.

In den Kleinwanzlebener Kulturen sind vereinzelt schwarze Zuckerrüben aufgetreten, die sich durch eine besonders rauhe Epidermis auszeichnen, und einmal eine Rübe mit weißem Fleisch und rein roten Blättern. Sie ist heute noch in Kultur. Die Spielarten mit roten und gelben Wurzeln werden von den Samenzüchtern meistens als Kreuzungen mit roten und gelben Futterrüben angesehen.

Die Unterscheidung aller Keimpflanzen der Futter- und Zuckerrüben ist nicht möglich. Die farbigen Varietäten der Futterrübe können unter gewissen Kulturbedingungen schon im Keimbett von der Zuckerrübe unterschieden werden (201).

Blüte und Frucht. Die Individuen, die zur Samenproduktion dienen sollen, werden nicht versetzt und nicht vereinzelt. Man erhält dadurch eine Zwerggeneration, die Steckling genannt wird. Die Stecklinge werden in Erde eingemietet und im Frühjahr des zweiten Jahres ausgepflanzt. Auf das Hektar rechnet man 20 000—30 000 Samenträger. Als vollerwachsene Rüben werden gewöhnlich nur die von den Züchtern geprüften Individuen ausgepflanzt. Sie können in 2—12 Stücke geteilt werden. Jeder Teil wächst zu einem Samenträger heran. Werden mehr als vier Schnitte hergestellt, so ist ein Antreiben im Mistbeet oder Gewächshaus erforderlich. Nowoczek (202) erzielt durch Bewurzelung der Seitenknospen besondere Pflanzen.

Durch geeignete Kulturmaßnahmen lassen sich die Rüben dazu bringen, mehrere Jahre hintereinander Samen zu tragen (203).

Die Rübe bildet im zweiten Jahre eine Rosette und fängt Anfang Juni an Blütenstengel zu treiben. Die Blüte beginnt Mitte Juni. Das vollständige Abblühen einer Pflanze dauert etwa 40 Tage. Die Blühverhältnisse sind von Briem (204), Townsend und Rittue (205) und anderen Beobachtern eingehend studiert worden. Gewöhnlich sitzen 2—7 Einzelblüten auf einem Knäuel zusammen. Die Einzelblüte (206) weist ein fünfteiliges Perigon auf, dessen Zipfel rinnig und

Abb. 15.
Querschnitt der Zuckerrübe mit den konzentrischen Kreisen der Gefäßbündel. *c* zentrales sternförmiges Gefäßbündel, *gr* Gefäßbündelring, *pa* Parenchymzone, *w* Seitenwurzel.

oben einwärts gekrümmt sind. Sie bergen in der Höhlung die Staubblätter. Diese sitzen auf einem fleischigen, honigabsondernden Ring auf, in dessen Innenraum sich der Fruchtknoten mit den drei Narbenlappen befindet. Die Staubfäden öffnen sich, bevor die Griffel empfängnisfähig sind. Die Bestäubung erfolgt durch Wind, fliegende oder kriechende Insekten.

Townsend und Rittue geben gleichzeitigen Eintritt der Reife beider Geschlechter an.

Van Heel (Diss., Naarden 1925) steht ebenfalls auf dem Standpunkt, daß keine Protandrie vorliegt.

Anatomie. Die makroskopische Betrachtung des Querschnittes (Abb. 15) durch eine erwachsene Wurzel läßt einen zentralen Gefäßbündelstrang erkennen, um den sich 8—11 konzentrische Ringe gruppieren. Die Ringe stellen die Kambiumzonen mit ihren Gefäßbündeln dar, die durch Parenchymstreifen getrennt sind. Ihr radialer Abstand wird nach außen zu kleiner. Die Kreise werden an

zwei gegenüberliegenden Stellen durch die radial verlaufenden Bündel der Nebenwurzeln unterbrochen. Diese werden zu beiden Seiten jedes Gefäßteiles angelegt, so geren Bündel höher enden und sich mit ihren Ausläufern den älteren Bündeln anlegen. Im Hals (Hypokotyl) ist der Gefäßbündelverlauf wie in der Wurzel. Wegen

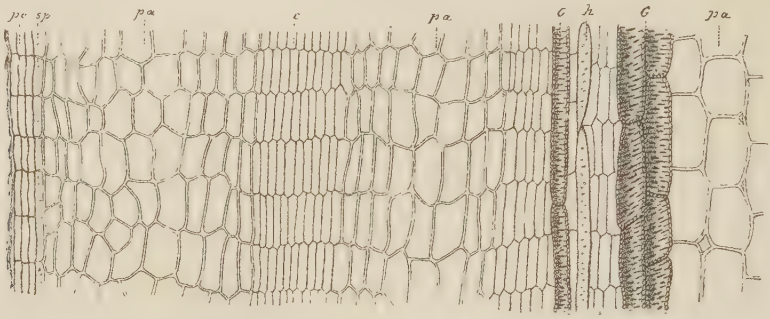


Abb. 16.
Radialschnitt. *p* Periderm, *sp* Korkmutterzellen, *pa* Parenchymzone, *c* Kambiumzone, *G* Gefäße, *h* Holzzellen. Vergr. 50.

daß sie in vier Reihen stehen. Bei Längsschnitten erkennt man, daß die Gefäßbündel in 8—11 Mänteln verlaufen, deren Oberfläche kegelförmig ist und der Form des Wurzelkörpers entspricht. Die Gefäßbündel sind in jedem Mantel durch zahlreiche Anastomosen zu einem gleichmäßigen Netz verbunden. Die Verbindung der einzelnen Kegelmäntel wird dadurch hergestellt, daß in der spitz verlaufenden Wurzel die älteren, inneren Gefäßbündel zuletzt enden, während die äußeren, jün-

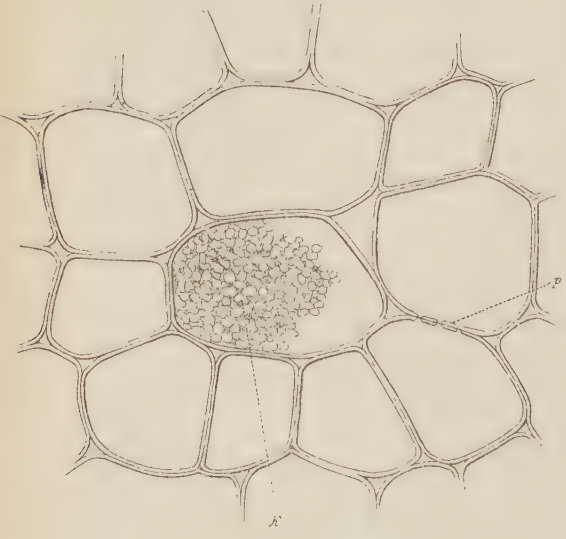


Abb. 17.
Parenchym aus den peripheren Schichten mit Kristallsandzelle. *p* poröse Verdickungsschicht, *K* Kristallsand. Vergr. 250.

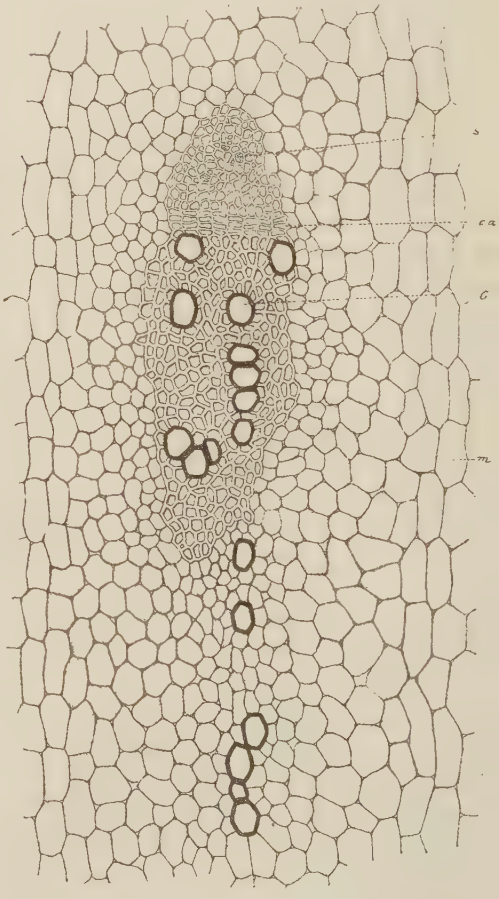


Abb. 18.
Gefäßbündel der Zuckerrübe im Querschnitt. *s* Siebröhre, *cam* Kambium, *G* Gefäß, *m* Markstrahlzelle. Vergr. 50.

der fehlenden Seitenwurzeln sind die radialen Stränge nicht vorhanden. Im Kopf (Epikotyl) verschmilzt das Gefäßbündelsystem des Wurzelkörpers miteinander und mit den Blattspursträngen. Die Holzteile der Leitbündel sind stets dem Zentralstrang zugekehrt. Sie bestehen aus einer bis mehreren Reihen radial angeordneter Gefäße und Tracheiden, die durch Holzparenchymzellen voneinander getrennt sind. Die Parenchymzellen des Leitbündels sind nur wenig enger als die 0,015 mm. Sie sind dünnwandig und mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt und der Hauptsitz des Eiweißes. Die Wand der Zellen besteht aus Zellulose. Nach außen zu kommt dann eine Zone parenchymatischen Speichergewebes und ein neuer Gefäßbündelkreis. Geht man weiter nach dem Rande zu, so trifft man Gefäßbündel in jüngerem Stadium an, in denen der Siebteil bereits vorhanden ist und in welchem sich die Gefäße differenzieren. Schließlich stößt man auf Gefäßbündel,

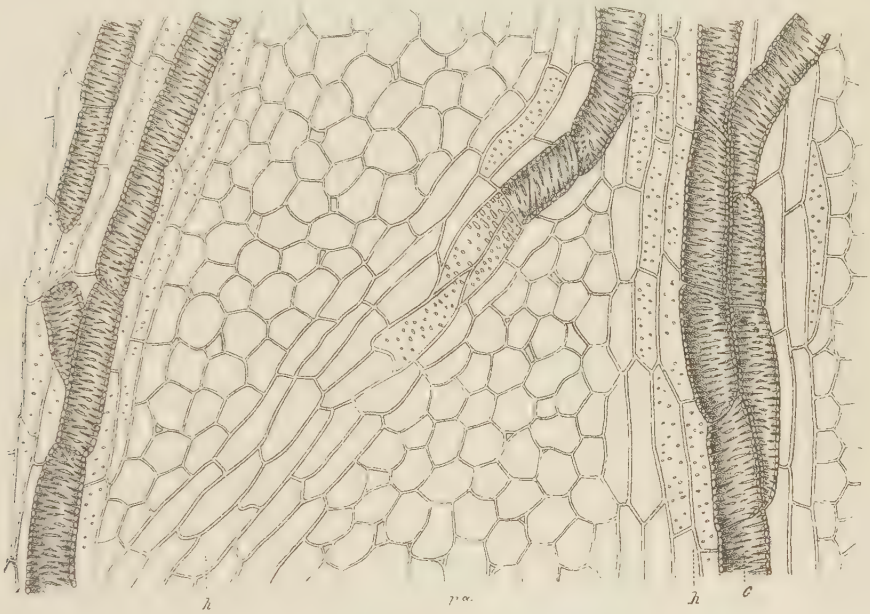


Abb. 19.
Tangentialschnitt aus der Xylemzone eines Bündelringes. *pa* Markstrahlparenchym, *h* Holzzellen, *G* Gefäße. Vergr. 60.

des entsprechenden Speichergewebes. Sie weisen jedoch keine Interzellularen auf. Gleich den Gefäßen führen sie Luft, wodurch die quergeschnittenen Holzgewebezonen weiß erscheinen. Die Länge der Zellen beträgt im Mittel 0,036, die Dicke 0,014—0,026 mm. Die Gefäße sind porös verdickt (Poren- und Netzgefäße). Ihr Durchmesser beträgt 0,025—0,075 mm. Nach außen zu folgt das Kambium und der Siebteil. Er besteht aus Parenchym, in welchem Siebröhren und Geleitzellen verlaufen. Die Kanten dieser beiden Elemente sind kollenchymatisch verdickt. Die Siebröhren und Geleitzellen sind in die Länge gestreckt. Ihre Länge beträgt 0,090—0,176 mm, ihre Dicke 0,009 bis bei denen noch keine Gefäße vorhanden sind und in denen die Siebröhren gebildet werden. Nach dem Rande zu folgt das Periderm. Es setzt sich aus 2—6 Lagen tangential abgeplatteter Zellen zusammen und erscheint makroskopisch entweder weißlich bis gelblich (weißes Periderm) oder bräunlich (braunes Periderm). Braunes Periderm findet sich an allen Wundstellen, ferner an dem den Boden überragenden Kopf der Rübe. Runkelrüben, die sich völlig im Boden entwickeln, sind deshalb stets relativ arm an braunem Periderm.

Die Zellen des Gewebes sind plättchenförmig und parallel zur Achse des Organs stark in die Länge gestreckt. Ihre mitt-

lere Länge beträgt 0,054, ihre Breite etwa 0,039, ihre Dicke etwa 0,009 mm. Im Mikroskop erscheinen ihre Zellen gelblich (weißes Periderm) oder bräunlich (braunes Periderm). Im Inhalt tritt eine größere oder geringere Menge einer feinkörnigen, bräunlichen Masse auf. Mit Jod und Schwefelsäure behandelt nehmen die Membranen und der Inhalt der Zellen eine hellbraune Farbe an. Die Zellen des braunen Periderms sind reicher an Korksubstanz als die des weißen.

Das Grundgewebe der Runkelrübe trägt durchweg einen parenchymatischen Charakter. Im Innern der Rübe bildet es das

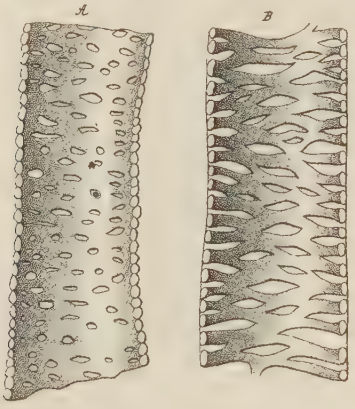


Abb. 20.
Gefäßfragmente aus einem Mazerationspräparat. *A* Porengefäß, *B* Netzgefäß. Vergr. 300.

Mark und durchschneidet die Gefäßbündelzonen in Form von Markstrahlen, welche unmittelbar in das dem Periderm benachbarte Rindenparenchym übergehen. Ein dem Mark und den Markstrahlen analoges Parenchymgewebe alterniert mit den Gefäßbündelzonen. Alle drei Gewebe werden hier als Parenchym zusammengefaßt.

Das Rindenparenchym besteht aus zwei Schichten. Die äußerste Lage setzt sich aus stark abgeplatteten Zellen zusammen, aus denen die Zellen des Periderms hervorgehen. Diese Zellen sind also Korkmutterzellen. Hieran reihen sich wenig abgeplattete Zellen, welche entweder Chlorophyll (Kopf der Rübe) oder statt dessen einen rötlichen oder ungefärbten Zellsaft führen. Die Wände sämtlicher Rindenparenchymzellen zeigen die Reaktionen der Zellulose.

Das Parenchym besteht aus rundlichen bis polyedrisch abgeplatteten, dünnwandigen, mehr oder minder in die Länge gestreckten Zellen, deren innere Wandteile aus Zellulose, deren äußere Wandpartien aus Pektose bestehen. Im Inhalt der Zellen findet sich ein wässriger Zellsaft und ein feinkörniges Protoplasma mit dem Zellkern. Die im Rübensaft gelöst vorkommenden Substanzen (Rohrzucker, Oxalsäure, Zitronensäure usw.) treten im Zellsaft auf. Außerdem ist Gerbstoff nachweisbar. Einzelne Zellen, besonders in den peripheren Zonen, enthalten Kristallsand.

Die das Mark bildenden Parenchymzellen sind ziemlich gleichmäßig nach den drei Richtungen des Raumes hin ausgebildet. Die Zellen der mit den Gefäßbündeln alternierenden Parenchymzonen zeigen aber bereits die Neigung, sich parallel zur Achse der Rübe zu strecken; diese Tendenz tritt desto mehr hervor, je mehr diese Zellen dem Kambium des Gefäßbündels sich nähern. Die an das Kambium angelehnten Elemente des Parenchyms sind sehr auffällig in die Länge gezogen. Diese Zellen sind als Hauptsitz des Zuckers anzusehen. De Vries hat später diese Entdeckung Wiesners bestätigt und dieses Gewebe als »Zuckerscheide« bezeichnet. Die Markstrahlenzellen zeigen hier und dort sehr stark die Neigung zur radialen Streckung und radialen Abplattung. Die nahezu isodiametrischen Parenchymzellen haben einen Durchmesser von 0,025—0,252, meist von nahezu 0,052 mm. Die zuckerreichen, dem Kambium benachbarten Parenchymzellen weisen eine Länge von 0,054—0,089 und eine Dicke von 0,014—0,022 mm auf.

Zum Verständnis des Dickenwachstums der Rübe folgen wir der Darstellung Seeligers (207):

Der Querschnitt durch den Wurzelkörper der Keimpflanze zeigt einen zentralen Strang, der von einem großzelligen Rindengewebe umschlossen ist. In der Mitte liegt eine Platte verdickter Holzgefäße. Sie wird von einer großzelligen parenchymatischen Füllmasse begrenzt. An diese schließen sich die Phloemgruppen an, welche aus dünnwandigen, etwas gestreckten, eiweißführenden Zellen bestehen. Das Rindengewebe grenzt mit der Endodermis an den zentralen Zylinder, dann folgt die primäre Rinde und nach

außen die Epidermis. Die primäre Rinde der Wurzel wird frühzeitig abgestoßen. An der Bildung des späteren Rübenkörpers können also nur die Gewebe des zentralen Zylinders beteiligt sein. Von ihm werden die Ring- und Spiralgefäße des primären Holzes außer Funktion gesetzt, und die Siebröhren und Geleitzellen obliterieren. In Funktion bleiben der Perizykel, vom primären Holz das Metaxylem und die Parenchymzellen, vom primären Bast nur das Parenchym. Der normale Holzbastring entsteht aus Zellen des Zentralzylinders, welche auf der Grenze von primärem Holz und primärem Bast liegen und die Kambiummutterzellen werden. Die primären Markstrahlen werden von 2—4 Perizykelzellen gebildet. Die überzähligen Holzbastringe, d. h. die ganzen zwischen den peripheren Elementen des normalen Holzbastringes und dem Peridem liegenden Gewebemassen, also der eigentliche Rübenkörper, gehen aus einem Folgemeristem hervor, das in der Wurzel von dem Parenchym des primären Bastes oder dem Perizykel gebildet wird. Die Mutterzellen des überzähligen Folgemeristems werden entweder die ganzen Parenchymzellen des primären Bastes oder die inneren Zellen eines durch tangentiale und radiale Teilung der Perizykelzellen entstandenen Gewebes. Die äußeren Zel-

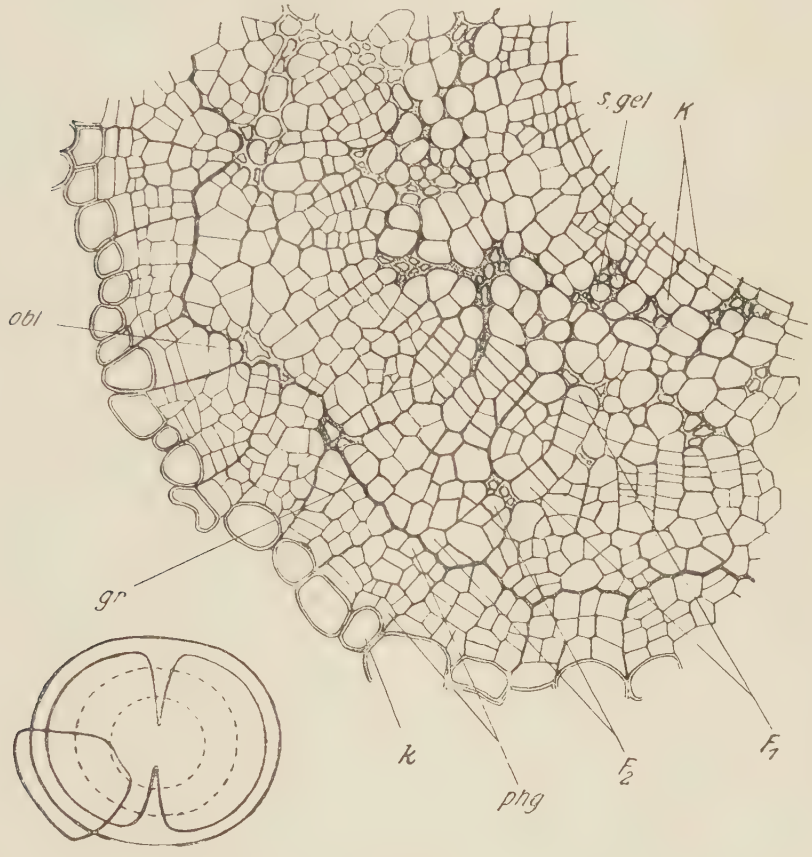


Abb. 21.
Querschnitt durch die Wurzel einer acht Blätter tragenden Pflanze, 10 mm unterhalb der Wurzelbasis. F_1 überzähliges Folgemeristem 1. Ordnung (für den ersten überzähligen Ring), zum Teil aus tiefliegenden Bastparenchymzellen hervorgegangen. F_2 überzähliges Folgemeristem 2. Ordnung (für den zweiten und die folgenden Ringe), aus peripheren Bastparenchymzellen hervorgegangen. *gr* Grenze zwischen Perizykel und Folgemeristem, stark ausgezogen. Primäre Rinde einschließlich Endodermis abgestoßen. *s* Siebröhren; *gel* Geleitzellen; *obl* obliterierende Siebröhren und Geleitzellen; *phg* Phellogen; *K* Kambium; *k* Kork. Vergr. 250. Nach Seeliger.

len geben das Phellogen. Die Anlage des normalen und der ersten sechs überzähligen Holzbastringe ist schon in der etwa 12 mm dicken Rübe, Ende Juni, vollzogen. Die Ringe rücken später durch das Dickenwachstum der dazwischen liegenden Parenchymzonen auseinander. Die Zunahme an Masse beruht in erster Linie auf einer Vergrößerung der Parenchymzonen. Diese teilen sich zuerst vorwiegend tangential, später in allen Richtungen des Raumes und entstehen aus Parenchymzellen des Bastes aller Gefäßbündelringe und des Markstrahlengewebes.

Veredelung. Die Züchtung der Zuckerrübe ist die Aufgabe einer Spezialindustrie, die namentlich in Deutschland Bedeutung gewonnen hat. Achard kannte schon 22 Arten. Über die Entwicklung dieser Arten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist nichts bekannt. Um 1850 setzte die Leistungszüchtung ein, die neben der Form das Gewicht und den Zuckergehalt berücksichtigte. Der Zuckergehalt wurde indirekt durch die Bestimmung des spez. Gewichtes festgestellt. Später wurden direkte Bestimmungsverfahren durch alkoholische und wässrige Extraktion und Digestion ausgearbeitet und für Massenleistungen eingerichtet. Heute wird die Rübe durch einen raschlaufenden Bohrer angebohrt und der gewonnene feine Brei mit Bleiessig versetzt. Nach wenigen Minuten ist der Zucker ausgelaugt, und die Polarisation kann vorgenommen werden. Diese erfolgt durch einen Apparat mit Pelletschem Durchflußrohr. Es können je Arbeitstisch mit sieben Arbeitern je Tag bis zu 2000 Zuckerbestimmungen ausgeführt werden. Um 1885 setzte die Individualprüfung der Nachkommenschaften ein. Durch diese wurde das Feldversuchswesen entwickelt.

Dieses und die große Anzahl der Einzeluntersuchungen sind die Hauptzüge des heutigen Züchtungsverfahrens. Neben der Leistung und Abstammung werden morphologische Merkmale berücksichtigt, namentlich die Form und Gestalt der Wurzel und der Blätter, Anfälligkeit gegen Krankheiten und dergleichen.

Neuerdings fordert Nilsson (208) morphologisch einheitliche Rassen, die eine Regulierung der Bestäubung voraussetzen.

Infolge der Arbeiten von de Vries (209), Peklo (210) und Schindler (211) ist die Züchtung nach Leistung eine Zeitlang zurückgetreten und die Zelle hat als selektives Merkmal gedient. Die Bestrebungen sind jedoch ohne dauernden Erfolg geblieben, wahrscheinlich wegen der großen Variabilität, die die Rübe je nach den Kulturbedingungen aufweist.

Die Erfolge der Züchtung sind bedeutend. 1836—1840 benötigte man in Deutschland 17,8 dz Rüben, um 1 dz Zucker zu erzeugen. Heute wird dieselbe Zuckermenge aus etwa 6 dz Rüben erhalten. Diese Erhöhung der Ausbeute auf das Dreifache kann man zwar nicht allein der Züchtung zuschreiben, da Fabrikation und Landwirtschaft ebenfalls bedeutende Fortschritte gemacht haben. Der Hauptanteil wird aber auf die Züchtung entfallen.

Kultur. Die Kulturrübe ist eine zweijährige Pflanze. Sie gedeiht am besten auf tiefgründigem Boden in gemäßigtem Klima mit genügender Frühjahrs- und Sommerfeuchtigkeit. Die heutigen Handelssorten erfordern eine intensive Düngung. Die Aussaat wird im März bis Mai vorgenommen, die Ernte erfolgt im August bis November, in Mitteleuropa im Oktober und November. Das Stadium der »Reife«, d. h. des höchsten Zuckergehaltes ist an dem Gelbwerden der äußeren Blätter zu erkennen. Man drillt 25—40 kg Saat auf 1 ha. Nach dem Auflaufen »versetzt« man die Keimlinge, so daß in den 35—50 cm voneinander entfernten Reihen in etwa 20 cm Abstand ein Büschel Pflanzen stehen bleibt. Später entfernt man die Pflanzen bis auf eine (»verziehen«) und hackt dann mehrmals, bis die Blätter den Boden decken. Auf das Quadratmeter kommen 8—11 Pflanzen. Der durchschnittliche Ertrag ist in Deutschland 300 dz auf 1 ha, sodaß die Einzelrübe 300—700 g wiegt. Die Zuckerausbeute betrug in den letzten Jahrzehnten im Deutschen Reiche 16 %. Das Zuchtmaterial polarisiert bis zu 22 %. Es finden sich stets Exemplare, die bereits im ersten Jahre Samen tragen (Aufschuß). In guten Zuchtsorten und unter normalen Verhältnissen geht die Anzahl der Schosser nicht über 1 % hinaus. Diese Eigenschaft ist unerwünscht, da die Fabrikation durch die in den Aufschüssen erfolgte Verhol-

zung des Gewebes erschwert wird. Das Schossen hängt jedoch weitgehend von der Bestellzeit ab (212). Auch andere Einflüsse unbekannter Art spielen eine Rolle. Im Jahre 1923 wurden infolge des kühlen Frühjahrs sehr hohe Aufschußzahlen beobachtet. Diese wiesen jedoch für die Saaten verschiedener Erntejahre erhebliche Unterschiede auf. Auch »Trotzer« kommen vor, d. h. Exemplare, welche im zweiten Jahre noch nicht blühen.

Krankheiten und Schädlinge. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit kann auf die Krankheiten und Schädlinge nicht eingegangen werden. Es sei nur erwähnt, daß der Hauptschädling die Nematode (Heterodea Schachtii) ist, die die Rübenmüdigkeit hervorruft. Die Nematode ist ein Rundwurm, der im Boden vorkommt und in die Wurzel der Rübe einwandert. Das Hauptbekämpfungsmittel ist eine richtig gewählte Fruchtfolge. Man baut deshalb die Rüben im allgemeinen nur jedes dritte bis vierte Jahr auf demselben Boden an und vermeidet in der Fruchtfolge solche Pflanzen, die ebenfalls von der Nematode befallen werden. Im übrigen vergleiche Stift (213), Sorauer (214), Kirchner und Appel (215).

Chemische Zusammensetzung (216). Die Bestandteile der Rübe werden üblicherweise in lösliche (Saft) und unlösliche (Mark) getrennt. Die Trockenmarksubstanz beträgt zwischen 4 und 5 %, so daß sich der Saft auf 95—96 % berechnet. Das Mark enthält, anatomisch betrachtet, die Zellmembranen, die Interzellularsubstanz und die Reste des Protoplasmas. Chemisch betrachtet besteht es aus Zellulose, Pektinen, unlöslichen Proteinstoffen, Fettsubstanzen und Aschebestandteilen. Die Aschebestandteile machen je nach dem Jahrgang 0,4—1,4 % der Frischsubstanz aus. In der kohlensauren Asche des Rübenbreies sind nach Herzfeld (1908) enthalten: K_2O 31—34 %, Na_2O 4—6 %, CaO 6—10 %, SO_3 5—8 %, P_2O_5 14—16 %, Cl 0,1—0,4 %.

Der wichtigste Bestandteil des Saftes ist der Rohrzucker. Die anderen Stoffe des Saftes bezeichnet man als Nichtzuckerstoffe. Das Verhältnis von Zucker zu Saftrockensubstanz ist maßgebend für die Bewertung der Rüben und ergibt den Reinheitsquotienten. Der Rohrzucker kann hier nicht näher behandelt werden (217).

Außer ihm finden sich noch Invertzucker, Fruktose und Glukose und Raffinose. Den Raffinosegehalt nimmt man zu 0,03 bis 0,10 % an, den Invertzuckergehalt mit 0,2 %. Auch Stärke ist nachgewiesen, sowohl in Blättern, wie auch in der Wurzel (218). Die Verteilung des Rohrzuckers in der Rübe wird unten besprochen. Die Nichtzuckerstoffe sind Gegenstand einer ausführlichen Literatur (219).

Bekannt sind:

1. Pflanzensäuren. Glykolsäure (Oxyessigsäure), Glyoxylsäure (Dioxyessigsäure), Oxalsäure, die in beträchtlichen Mengen in den Blättern, jedoch auch in der Rübe vorkommt, Malonsäure, Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure Apfelsäure (Oxybernsteinsäure), Weinsäure (Dioxybernsteinsäure), Zitronensäure, Tricarballylsäure, Akonitsäure, Oxyzitronensäure und Hydrokaffeesäure.

2. Abbauprodukte der Pektine. Metarabin, Paraarabin, Arabinsäure. (Ausführliches über die Zusammensetzung der Pektinstoffe der Zuckerrübe vgl. Ehrlich und Sommerfeld, Biochem. Ztschr. **169** (1926), 13—66.)

3. Der Rübenfarbstoff. Der Rübensaft färbt sich, wenn er mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Nach Reinke soll ein dem Alkanarot ähnlicher, Rhodogen genannter Farbstoff vorliegen (220). Gonnermann stellte zuerst fest, daß die Homogentisinsäure das färbende Agens sei. Später bestritt er es und glaubt, daß Ferrosalze, Brenzkatechin und Tyrosinase aufeinander einwirken und dadurch die Färbung hervorrufen. Auf ähnlichem Standpunkt steht Grafe (221).

4. Fette und Harze. Diese Stoffe sind in allen Teilen der Rübe gefunden worden. Von den Spaltungsprodukten hat man Ölsäure und Laurinsäure nachgewiesen. Außerdem sind Phytostearin, die Rübenharzsäure und Cholesterine aufgefunden worden.

5. Auf Saponine ist das starke Schäumen der Säfte zurückzuführen.

6. Von aromatischen Substanzen kennt man Brenzkatechin, Koniferin und das Vanillin. Letzteres ist die Ursache für den

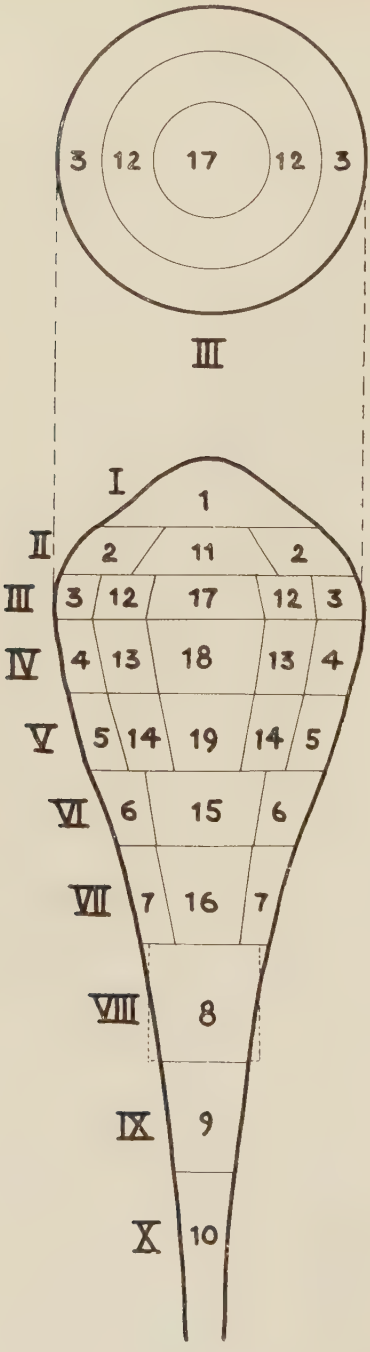


Abb. 22.

angenehmen Duft, der in manchen Jahrgängen auf den Zuckerböden herrscht.

7. Die Amide sind für die Fabrikation besonders wichtig, da sie nach Andrlik (222) die Hauptursache der Melassebildung sind (siehe unten). Nachgewiesen ist das Auftreten von Leuzin, Asparagin, Asparaginsäure und deren Amid, dem Asparagin, der Glutaminsäure und dem Glutamin, ferner des Tyrosins. Diese Körper zusammen mit dem Betain sind von besonderer Bedeutung, da sie durch die Kalkscheidung nicht entfernt werden. Sie wandern bis in die Melasse und heißen zusammen mit Alkalien und Stickstoff und den organischen Säuren: die schädlichen Nichtzuckerstoffe. Die stickstoffhaltigen Substanzen, die darin enthalten sind, werden nach Herzfeld (1888) »schädlicher Stickstoff« genannt. Unschädlich sind die Eiweiß- und Ammoniakverbindungen, da sie bei richtig geleiteter Scheidung und Saturation entfernt werden können, der Rest ist schädlich und verhindert die Kristallisation des Zuckers. Andrlik (222) gibt an, daß auf ein Teil schädlichen Stickstoff 25—27 Teile nicht kristallisierender Zucker entfallen.

8. Die Pflanzenbasen. Der größte Teil des Phosphors ist in Form von Lezithin in der Rübe enthalten, d. h. von phosphor- und stickstoffhaltigem Fett. Das Betain, ein Trimethylglykokoll, ist die Base, welche in der Rübe vorherrscht. Es ist einer der Hauptbestandteile des schädlichen Stickstoffs.

9. Die Proteinstoffe. Sie sind die Hauptbestandteile des Protoplasmas, jedoch sind sie für die Fabrikation nicht von großer Bedeutung, da sie durch die Kalkscheidung gefällt werden und im Scheideschlamm als Dünger auf den Acker zurückkehren.

10. Enzyme. Nachgewiesen sind Invertase, Diastase, Tyrosinase, Katalase, Rübenzymase.

Die Bildung des Zuckers in der Rübe ist Gegenstand vieler Arbeiten gewesen. Strakosch (223) gibt an, daß sich im Mesophyll der gesamten Blattfläche Dextrose bildet, und daß Dextrose und etwas Rohrzucker im Mesophyll der Blattspreiten, Dextrose, Lävulose und Rohrzucker im Medianus, Rohrzucker, Maltose, Dextrose, Lävulose im Petiolus vorkommt. Der Gehalt an Rohrzucker steigt, vom Blattrande angefangen, gegen die Mitte zu und von dort nach abwärts, um im Blattstiel vorzuherrschen. Unter den vorhandenen Monosacchariden überwiegt stets

die Dextrose. Strakosch unterstützt deshalb die von Czapek (224) ausgesprochene Vermutung, daß der Rohrzucker im Rübenblatte nicht als intermediäres Produkt, sondern als der fertige Reservestoff anzusehen ist, und als solcher in den Rübenkörper wandert. Ruhland (225) widerspricht in manchen Punkten der Arbeit von Strakosch. Er findet, daß Blattfläche, Nerven und Stiele sich nur unwesentlich im Rohrzuckergehalt unterscheiden. Der »herrschende« Zucker im gesamten Laub ist der Invertzucker. Die Ableitung in die Wurzel erfolgt in Form von Monosacchariden, und der Zuckerübertritt vom Blattstielgrund in den eigentlichen Rübenkörper findet ausschließlich in Form von Monosacchariden, vorwiegend Fruktose, statt. Aus dieser wird nach partieller Umwandlung in Glukose Rohrzucker kondensiert. Die Verteilung des Rohrzuckers in der Rübe ist nicht gleichmäßig. Nach Floderer u. Herke (226) ergibt sich folgende Tabelle (vgl. Abb. 22):

Zone	Teil	Polarisation in %
I	1	11,35
II	2	14,45
	11	16,60
III	3	15,50
	12	17,45
	17	17,50
IV	4	15,60
	13	17,55
	18	17,60
V	5	15,60
	14	18,00
	19	17,90
VI	6	15,75
	15	17,70
VII	7	15,25
	16	17,20
VIII	8	16,00
IX	9	15,00
X	10	13,50

Die Fabrikation (227). Die Rüben werden gewaschen und durch Schnitzelmaschinen zerkleinert. Der Saft wird durch Diffusion gewonnen (Robert 1865). Diese Operation wird in der Wärme vorgenommen, so daß die Zellen abgetötet werden, die Membranen jedoch nicht aufquellen (Wiesner 1864). Der gewonnene Rohsaft wird zur Scheidung mit gebranntem Kalk versetzt, wodurch die Hauptmenge der mineralischen und stickstoffhaltigen Substanzen (siehe oben) niedergeschlagen wird. Durch Einleitung von Kohlensäure (Saturation) wird der Kalk als Kalziumkarbonat wieder gefällt und durch Filtertücher von der Flüssigkeit abfiltriert. Er dient als wichtiges Düngemittel. Der Saft wird dann durch Einkochen in Verdampfapparaten und »Verkochen« in Vakuumapparaten konzentriert und die erhaltene »Füllmasse« durch Zentrifugieren abgeschleudert. Der erhaltene Rohzucker wird gewöhnlich in Raffinerien gereinigt und so der Verbrauchszucker gewonnen.

Abfallprodukte. Die wichtigsten bei der Fabrikation entstehenden Abfallprodukte sind außer dem Kalk die Schnitzel und die Melasse. Erstere enthalten das Rübenmark und dienen als Viehfutter. Sie werden naß oder getrocknet verfüttert und können eingesäuert bis zur nächsten Ernte aufbewahrt werden. Als Melasse bezeichnet man den Abfallstoff, der den nicht kristallisierten Zucker enthält. Sie hat etwa 50 % Zucker und stellt 2—3 % des Frischgewichtes der eingeführten Rüben dar. Die Melasse kann nach besonderen Verfahren auf Zucker verarbeitet werden. Die dabei entstehenden Rückstände werden vergast und liefern Ammonsulfat und Zyannatrium. Der Rest ergibt Pottasche. Außerdem dient die Melasse zur Herstellung von Alkohol. Auch gewinnt man durch Vermischung mit Abfällen von Getreide, Trockenschnitzel oder dergleichen ein hochwertiges Futtermittel.

Die Rübenblätter und Köpfe werden durch Abstechen von der Wurzel entfernt und sind ein wichtiges Futtermittel. Sie bilden zusammen mit den Schnitzeln den Grundstock für die Fütterung in den Rübenwirtschaften. Die Verfütterung kann in rohem oder eingesäuertem oder getrocknetem Zustand vorgenommen werden. F. Schneider.

2. Inulinhaltige Wurzeln bzw. unterirdische Sproßorgane.

a) **Zichorienwurzel.** Die Zichorienwurzel besitzt als Kaffeesurrogat eine große wirtschaftliche Bedeutung, vor allem in Deutschland. Sie wird deshalb auch als deutscher Kaffee bezeichnet.

Ihre Stammpflanze ist *Cichorium intybus*, die Zichorie oder gemeine Wegwarte, die zu den Liguliflorae oder Zungenblütlern der Familie der Compositae gehört.

Die Zichorie ist eine perennierende Pflanze mit aufrechtem, verästeltem Stengel. Die Siebröhren der Gefäßbündel werden von Milchsaftröhren begleitet, die ein reichverzweigtes Netz bilden. Die Blätter stehen abwechselnd, die unteren sind tief eingeschnitten, buchtig gefiedert und die oberen lanzettlich sitzend. Die langen Wurzeln sind einfach, wenig verästelt und spindelförmig. Die schön hellblauen, zwittrigen Zungenblüten sind zu vielen in Köpfen vereinigt, die an einer verzweigten Infloreszenz in Büscheln sitzen. Die Frucht ist eine einsamige, fast fünfkantige Schließfrucht (Achaene), die einen schuppige Pappus trägt.

Die Zichorienwurzel wird zur Blütezeit der Pflanze im Herbst eingesammelt. In frischem Zustand ist sie derbfleischig und milchend, beim Trocknen schrumpft sie zusammen und wird hornartig. Sie besitzt eine hellbraune Farbe, ist fast geruchlos und von bitterem Geschmack. Die Wurzel der wildwachsenden Zichorie ist etwa 1—1½ cm dick und mehrere Dezimeter lang, die der kultivierten Pflanze dagegen erheblich dicker.

Die Oberfläche der Wurzel wird aus einer schmalen Korkschicht mit dünnwandigen, meist viereckigen Zellen gebildet. Unter ihr liegt die weiße Rinde, die durch die Phloemteile der Leitbündel im Querschnitt radial gestreift ist. Im Innern findet sich der zitronengelbe Holzkörper, der von hellen, zarten Markstrahlen durchzogen ist, die ihm im Querschnitt ebenfalls einen strahligen Bau verleihen. Die Zellen des primären Rindenparenchyms bleiben erhalten, sind bis 200 μ lang und werden bis 90 μ breit. In der sekundären Rinde finden sich die charakteristischen Milchsaftschläuche, die bis 15 μ weit sind und durch eine reiche Verästelung miteinander in Vebindung stehen, sowie ferner die ebenso weiten Siebröhren, deren Glieder ziemlich deutliche Siebplatten mit Kallusbelag an den Enden besitzen. Am auffälligsten sind die 20—60, auch bis 90 μ weiten Gefäße des Holzes. Sie bestehen aus kurzen Gliedern mit schief gestellten Querwänden und besitzen Seitenwände mit zahlreichen, quergestellten, wenig breiten Tüpfeln. Weiter sind im Holz noch derbwandige Holzfasern mit spärlichen, schiefen Tüpfeln vorhanden. Der Zellsaft der parenchymatischen Zellen ist reich an Inulin, das sich beim Trocknen in den Zellen ausscheidet.

Zum Nachweis sind vor allem die weiten Gefäße des Holzes wichtig, die durch Rotfärbung mit Phlorogluzin-Salzsäure leicht sichtbar gemacht werden können. Da sie sich aber in allen Wurzelsurrogaten finden, so kann die Identifizierung nur durch den Nachweis der wenig breiten Tüpfel der Gefäße und vor allem durch die Milchsaftschläuche geschehen. Die Untersuchung wird in einem durch Kalilauge oder Chloralhydrat aufgehellten Präparat vorgenommen.

Die Zichorie findet sich als wildwachsendes Unkraut überall in Europa, im gemäßigten Asien, in Nordafrika usw. In Deutschland wächst sie besonders an Wegrändern, Rainen und auf Triften; ihre Kultur soll schon von den Griechen und Römern betrieben worden sein, die die jungen Blätter als Gemüse verwandten. Bei den kultivierten Pflanzen wird durch stärkere Speicherung von Reservestoffen eine erhebliche Verdickung der Wurzeln herbeigeführt. Infolge der Verwendung der Wurzeln als Kaffeesurrogat (seit 1793 in Preußen eingeführt) wird der Anbau der Zichorie jetzt in Mittel- und Süddeutschland, in Böhmen, Ungarn, Rußland, Belgien, Holland und Frankreich in großem Maßstabe betrieben.

Von pflanzlichen Krankheitserregern sind vor allem Pilze der Gattungen Erysibe und Puxinia zu erwähnen, die die Blätter heimsuchen, während Pilze der Gattung Sclerotina die Wurzeln befallen.

Tierische Schädlinge sind die Käfer Anapsis frontalis, Mordella aculeata, deren Larven sich in den markigen Stengeln einnisten, der Falter Cuculia umbratica, dessen Raupe vor allem auf Blüten und Früchten lebt, und die Blattlaus Aphis cichorii, die die weichen Teile der Pflanze, vor allem die jungen Triebe, in großer Menge befällt.

Zur Gewinnung des Kaffeesurrogates werden die Wurzeln der

kultivierten Pflanze in Stücke geschnitten, getrocknet und (zuweilen unter Zusatz von Fett) geröstet. Um zu verhindern, daß das so hergestellte Zichorienpulver Feuchtigkeit anzieht, wird es nochmals mit Sirup oder Wasserdampf behandelt und dann in Formen gepreßt in den Handel gebracht.

Im Jahre 1919 wurden in allen Ländern zusammen 12,8 Mill. dz Zichorien geerntet, und zwar in Deutschland allein 1,8 bis 2,13 Mill. dz. Der Verbrauch an Zichorienkaffee macht in Deutschland etwa ein Viertel bis ein Drittel des Verbrauchs an echtem Kaffee aus.

Die Zichorienwurzel besitzt, wie die Wurzeln vieler Pflanzen, die zur Familie der Compositae gehören, einen hohen Gehalt an Inulin, der durch die Kultur der Pflanze noch wesentlich vergrößert wird. Das Inulin findet sich gelöst im Zellsaft; sein Gehalt ist von der Vegetationsperiode abhängig, er ist im Herbst am größten und im Frühjahr am geringsten, weil dann das schwerlösliche Inulin zur Mobilisierung als Nährstoff durch die depolymerisierende Wirkung des Enzyms Inulase in das leichtlösliche Synantrin übergeführt wird, das schnell zu den Verbrauchsorten im Pflanzenkörper transportiert werden kann. Darum wird die Wurzel, wie schon erwähnt, im Herbst eingesammelt und getrocknet. Der Gehalt an Inulin und dessen Begleitstoffen beträgt alsdann bei der kultivierten Pflanze 55 bis 68 % der Trockensubstanz, was einem Gehalt von 15—19 % im Saft der frischen Wurzel entspricht. In der getrockneten Wurzel sind ferner enthalten 5—7,5 % Eiweißstoffe, 0,10—0,20 % eines Bitterstoffes Intubin, der nach V. Grafe ein Glukosid darstellt, sowie 4,50—9,50 % d-Fruktose, 4,70—6,50% sonstige Kohlenhydrate (Pentosane), 0,30—0,50 % Fett, 4,60—6,20 % Rohfaser, 7,50—8,40% Wasser und 3,20 bis 4,40% Asche. Im Mittel finden sich nach König (228) in der frischen Wurzel: 71,99 % stickstofffreie Extraktstoffe, 5.14 % Stickstoffsubstanz, 0,61 % Fett, 5,33 % Rohfaser, 12,16 % Wasser und 4,77 % Asche. In der Trockensubstanz sind enthalten: 81,94 % stickstofffreie Extraktstoffe und 5,68 % Stickstoffsubstanz.

Beim Rösten wird ein Teil des Inulins in Fruktose und Karamel übergeführt, und der Bitterstoff Intubin zerstört unter Neubildung von Röstbitter (Assamar) und empyreumatischem Öl, Cichoriol. Diese letzteren besitzen keine physiologisch schädigende Wirkung auf Herz und Magen, wie oft angenommen wird.

Außer als Kaffeesurrogat findet die Zichorienwurzel vielfach medizinische Verwendung, und zwar besonders als Blutreinigungsmittel. Doch dient dazu meist die Wurzel der wildwachsenden Pflanze, ebenso wie deren Blätter und Früchte.

b) **Topinambur.** In der Zeit vom Dreißigjährigen Krieg bis zur Einführung der Kartoffel wurden die als Topinambur bezeichneten Knollen, vor allem in England, als Nahrungsmittel verwendet. Jetzt aber sind sie nur noch als Vieh- und Mastfutter von Bedeutung.

Die Stammpflanze dieser Knollen ist *Helianthus tuberosus,* Erdschocke, Erdapfel, Erdbirne, Erdartischocke oder Topinambur, die zu den Tubuliflorae oder Röhrenblütlern der Familie der Compositae gehört. Sie besitzt einen 2,5—3,8 m hohen Stengel und gelbe Blütenköpfe von etwa 8—10 cm Durchmesser, die denen einer kleinen Sonnenblume ähnlich sind. Die Blüten gelangen aber bei uns selten, nur in einem sehr warmen Herbst, zur Entwicklung. Die Vermehrung erfolgt daher durch Ausläufer, unterirdische Sproßorgane, die an ihren Enden ähnlich wie bei der Kartoffel knollenförmig angeschwollen sind.

Diese knollenförmigen Anschwellungen, die kurzweg als Knollen bezeichnet werden, sind rotviolett gefärbt, faustgroß, von unregelmäßig eiförmiger oder kugeliger Gestalt und werden bis 5 cm lang.

Das weiße, gelbe oder rote Fleisch der Knollen schmeckt süßlich, etwas fade und weichlich. Die glatte, leicht abziehbare Oberhaut wird von Blattscheiden quergeringelt und besitzt Warzen, die von Knospen herrühren. Die Epidermis besteht aus großen, polygonalen Zellen, nur selten findet sich stellenweise großzelliger Kork. Die Rinde ist schmal, wenig über 1 mm breit und enthält einen Kreis von Milchsaftschläuchen. Die Zellen des Rindenparenchyms sind quergestreckt und von

der Fläche gesehen vierseitig. Vereinzelt oder zu Gruppen vereinigt, finden sich verdickte, schwach sklerotische Zellen. In der sekundären Rinde sind keine Fasern vorhanden. Die Gefäße liegen innerhalb des wenig deutlichen Kambiumringes und sind oft in Gruppen radial angeordnet. Sie sind meist englumig und besitzen eine netzförmig verdickte Wandung. Die Zellen der Markstrahlen, sowie die des Gewebes des Markes sind dagegen groß und derbwandig. Im Mark finden sich zuweilen auch vereinzelte Milchsaftschläuche. In allen Parenchymzellen sind lösliche Kohlenhydrate, besonders Inulin, enthalten.

Die mikroskopische Prüfung zum Nachweis vom Topinambur erstreckt sich vor allem auf die Milchsaftschläuche, die rechteckigen, schwach verdickten Steinzellen und die englumigen Netzgefäße.

Die Heimat des Topinambur ist das östliche Nordamerika. Dort wurde es noch wildwachsend vorgefunden, doch wurde seine Kultur bereits von den Indianern im Gebiete der heutigen Vereinigten Staaten und von Kanada betrieben. Von Nordamerika verbreitete sich die Kultur über England nach Frankreich und Deutschland. In Deutschland wurde es als Nahrungsmittel angebaut, später aber durch die Kartoffel verdrängt. Doch wird es noch jetzt in Nordamerika, wie auch bei uns in Süddeutschland angepflanzt, da es sehr ergiebig, sowie hinsichtlich des Bodens anspruchslos ist und ein gutes Viehfutter liefert. Die haltbaren Knollen werden meist im November geerntet und wie Kartoffeln aufbewahrt oder im Boden gelassen und mit Stroh zugedeckt. Da die Pflanze perennierend ist, so kann sie meist drei Jahre hintereinander angebaut werden.

Außer Topinambur besitzen noch mehrere nahe verwandte, meist aus Nordamerika stammende Arten, eßbare Knollen, wie z. B. *Helianthus macrophyllus*, Helianthi oder Sämling genannt. Diese Pflanze wird besonders in Italien kultiviert, soll ertragreicher sein und Knollen von besserem Geschmack als Topinambur liefern.

Der wichtigste Bestandteil der Topinamburknollen ist das Inulin. Dieses findet sich in den frischen Knollen oft in einer Menge von etwa 12 %, was einem Gehalt von ungefähr 60 % der Trockensubstanz entspricht. Das Inulin wird, wie schon erwähnt, vermutlich aus den durch Assimilation gewonnenen Zuckerarten durch die polymerisierende Wirkung des Enzyms Inulase je nach Bedarf gebildet. Es entsteht entweder direkt in den Knollen oder, zum Teil, in den untersten Teilen der Stengel und wird dann in den Knollen aufgespeichert. Je nach der Jahreszeit finden sich neben dem Inulin noch größere oder geringere Mengen von Begleitstoffen mit ähnlichen chemischen Eigenschaften, und zwar bei den im Winter geernteten und den unreifen Knollen, sowie den reifen in den ersten Monaten des neuen Jahres nach der Ernte besonders reiche Mengen. Das Auftreten dieser Stoffe erklärt sich nach H. Pringsheim durch die depolymerisierende Wirkung von den Inulase enthaltenen Fermentgruppen. Diese Begleitstoffe unterscheiden sich lediglich durch den jeweiligen Polymerisationsgrad des Inulin-Elementarkörpers und stellen Abbauprodukte des Inulins dar. Sie wirken im Gegensatz zu den Abbauprodukten der Stärke nicht reduzierend. Dies ist dadurch zu erklären, daß beim Inulin durch die hydrolisierende Wirkung des Fermentes Inulase ein sofortiger Zerfall in d-Fruktose eintritt.

Außer d-Fruktose, die immer in wechselnder Menge vorhanden ist (2—5 %), finden sich nach Tanret in den Knollen: Inulin, Pseudoinulin, Inulenin, Helianthenin und Synanthrin (siehe bei Inulin).

Die mittlere Zusammensetzung der Knollen beträgt 16,40 % Kohlenhydrate, 1,89 % Stickstoffsubstanz, 0,18 % Fett, 1,25 % Rohfaser, 79,12 % Wasser und 1,16 % Asche (229).

Nach J. Kochs enthalten die Knollen 12,92 % Inulin, 1,72 % reduz. Zucker, 0,80 % Reinprotein, 1,97 % Stickstoffsubstanz und 78,62 % Wasser, sowie in der Trockensubstanz: 60,43 % Inulin und 9,23 % Stickstoffsubstanz (230).

Wegen des süßlichen, faden, weichlichen Geschmackes werden die Knollen nicht gern als Gemüse gegessen und wurden deshalb auch bei der Einführung der Kartoffel leicht durch diese verdrängt.

Doch dienen sie als Zutaten zu Fleischbrühen oder gerieben als »Kartoffelsuppe«. Infolge der großen Menge der in ihnen enthaltenen Kohlenhydrate wurden sie vielfach als Ausgangsmaterial zur Alkoholgewinnung benutzt, und zwar meist nach vorheriger Hydrolyse durch verdünnte Schwefelsäure. Ihr Hauptwert liegt jetzt jedoch in ihrer Verwendung als Viehfutter, da sie ein vorzügliches Mastfutter darstellen.

O. Kallmann.

D. Literatur.

I. Hauptsächlich benutzte Literatur.

Abderhalden, E., Biochemisches Handlexikon. Bd. II (1911).

Armstrong, F. E., Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside (1913).

Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen (1913 bis 1921).

Diels, L., Ersatzstoffe aus dem Pflanzenreiche (1918).

Dragendorff, G., Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten (1898).

Flückiger, F. A., Pharmakognosie des Pflanzenreiches. III. Aufl. (1891).

Grafe, V., Chemie der Pflanzenzelle (1922).

— Das Leben der Pflanze. Bd. VIII (1913).

Handbuch der Nahrungsmittel-Untersuchung (1914 bis 1919).

Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben (1913—1916).

König, J., Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. Bd. I (1903); Nachtrag zu Bd. I (1923); 5. Aufl. Bd. II (1920).

v. Lippmann, Ed. O., Die Chemie der Zuckerarten (1904).

Moeller, J., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. 2. Aufl. (1905).

Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze (1913).

Oppenheimer, K., Kurzes Lehrbuch der Chemie in Natur und Wirtschaft (1923).

Pringsheim, H., Die Polysaccharide (1923).

— Die Kohlenhydrate. Methoden der organischen Chemie (Weyls Methoden) (1923).

Reinhardt, L., Kulturgeschichte der Nutzpflanzen. Die Erde und die Kultur. Bd. IV, 1 u. 2 (1911).

Tollens, B., Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate (1914).

Trier, G., Chemie der Pflanzenstoffe (1924).

Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie (1913).

Warburg, O., Pflanzenwelt (1913—1922).

Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe (1911).

Zörnig, H., Arzneidrogen (1909—1911).

II. Besondere Hinweise.

1. Warburg, O., Naturwissenschaften **9**, 354 bis 358. 6/5 Berlin-Dahlem.
2. Willstätter, R., u. A. Stoll. Ber. Chem. Ges. **50** (1917), 1791—1801.
3. Pringsheim, H., Ber. Chem. Ges. **57** (1924), 1581.
4. Pringsheim, H., Die Polysaccharide (1923).
5. Ebenda.
6. Karrer, P., Helv. chim. Acta **4** (1921), 174, 700; **5** (1922), 187.
7. Pringsheim, H. u. Aronowsky, Ber. Chem. Ges. **54** (1921), 1281.
8. Karrer, P. u. Mitarb., Helv. chim. Acta **3** (1920), 620; **4** (1921), 169, 185, 263, 678; **5** (1922), 129, 181.
9. Pringsheim, H., Ber. Chem. Ges. **57** (1924), 1581.
10. Willstätter, R., Oppenheimer, T. u. Steihelt, W., Z. physiol. Ch. **110** (1920), 232.
11. Neuberg, C., Hirsch, J. u. Reinfurth, E., Biochem. Ztschr. **105** (1920), 307.
12. Oppenheimer, K. (1923).
13. Bertrand u. Weisweiler, C. R. **150** (1910), 180; **151**, 884.
14. Pringsheim, H., Ber. Chem. Ges. **57** (1924), 1582.
15. Pringsheim, H., Die Polysaccharide (1923).
16. Pringsheim, H., Ber. Chem. Ges. **57** (1924), 1582.
17. Bourquelot u. Bridel, C. R. **151** (1910), 760.
18. v. Planta, A. u. Schulze, E., Ber. Chem. Ges. **23** (1890), 1692; **24** (1891), 2705; Landw. Versuchsst. **40** (1892), 277.
19. Tanret, G., C. R. **155** (1922), 1526.
20. Tanret, G., ebenda.
21. Schumann u. Kremers, Pharm. Ber. **14** (1896), 223.
22. Karrer, P. u. Mitarb., Helv. chim. Acta **3** (1920), 620; **4** (1921), 169, 185, 263, 678; **5** (1922), 129, 181.
23. Pringsheim, H., Ber. Chem. Ges. **57** (1924), 1582.
24. Karrer, P. u. Mitarb. (l. c.).
25. Karrer, P. u. Lang, Helv. chim. Acta **4** (1921), 249.
26. Irvine u. Steele, Journ. Chem. Soc. **117** (1920), 1474.
27. Pringsheim, H., Die Polysaccharide (1923).
28. Tauret, G., Bull. Soc. chim. **9** (1893), 200 ff.
29. Suzuki, N., Bull. Coll. Agricult. Tokio **4** (1902), 357.
30. Franz, Ztschr. f. Nahrungsmittel u. Hygiene **6** (1892), 73.
    Pritzker, J. u. Jungkunz, R., Schweiz. Apoth.-Ztg. **60** (1922), 245—249; Chem. Ztrbl. **IV** (1922), 445.
31. Fendler, G., Borinsky, P. u. Burger, A., Ber. Schweiz. agrik.-chem. Anst. Bern-Liebefeld f. 1916; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1918), 149.

32. Baker, J. L. u. Hulton, H. F. E., Analyst **10** (1917), 529—530; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1918), 149.
33. Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747; Ztschr. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel **14** (1907), 423.
34. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
35. Tanret, G., C. R. **145** (1907), 1196.
36. Dragendorff, G., Mandelin u. Johannson, Arch. Pharm. **214** (1879), 535.
Péron, W. G., Journ. Pharm. et Chim. (1911), No. 5.
37. Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; Ztschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel **11** (1906), 533.
38. Possi-Eskot, E., Bull. Soc. Chim. (4), **13**, 400; Jahresber. f. Agrikulturchem. 3. Folge, XVI (1913), 207.
39. Conrad, Dissertation. Tübingen, München 1897; Archiv Hygiene **29** (1897), 91.
Kochs, J., Bericht d. Gärtnerlehranstalt Dahlem (1916—1917), 118—119; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1918), 153—154.
40. König, J., Chemie d. Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 834—836; Nachtrag (1923), 352.
41. Ebenda, 4. Aufl. (1903), Bd. I, 833; Nachtrag (1923), 350.
42. Bersch, Landwirtsch. Versuchsstation **46** (1895), 471.
Otto, R., Ber. d. Lehranstalt f. Obst- und Gartenbau Proskan (1916—1917) 91; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1918), 151.
43. Hotter, E., Ztschr. f. landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747.
44. Borntträger, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 154.
45. Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747.
Otto, R. u. Kooper, W. D., Ztschr. f. d. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **19** (1910), 328.
46. Kremla, Ztschr. f. Nahrungsmittel-Untersuchung u. Hygiene **6** (1892), 483.
Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423.
47. Vincent u. Delachanal, C. R. **116** (1892), 486.
48. Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423.
49. Dragendorff, G., Mandelin u. Johannson, Arch. Pharm. **214** (1879), 535.
50. Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423.
Otto, R. u. Kooper, D. W., Ztschr. f. d. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **19** (1910), 328; s. a. Wehmer, Pflanzenstoffe (1911), 282.
51. Borntträger, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 151.
52. Wehmer, C., Pflanzenstoffe, S. 286.
53. Wehmer, C., Pflanzenstoffe, S. 286—287.
König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 836; Nachtr. (1923), 357—360.
54. Wehmer, C., Pflanzenstoffe, S. 288.
König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 837; Nachtr. (1923), 364.
55. Wehmer, C., Pflanzenstoffe, S. 284.
König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 838—840; Nachtr., 354—356.
56. Wehmer, C., Pflanzenstoffe, S. 285—286.
57. Wittmann, K., Ztschr. f. d. landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **7** (1904), 68.
58. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 826; Nachtr. 345.
59. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Müller, K., Arch. Pharm. **221** (1883), 42.
König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), 192; Nachtr. (1923), 381, 1015.
60. Griebel, C., Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **21** (1911), 284 ff.
61. van Sillevoldt, Arch. Pharm. **237** (1899), 595.
Eberhardt, Ph. u. Bloch, M., Bull. Sc. Pharm. **16** (1909), 509—515.
62. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906). Sonderdruck n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
63. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
64. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
65. Boorsma, W. G., ebenda.
66. Dragendorff, G., Heilpflanzen I, 395.
67. Dekker, Pharm. Weekbl. **45** (1908), 1156.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
68. Dragendorff, G., Heilpflanzen, 409.
69. Barsoli, E., Bot. Ztrbl. **30** (1908), 81.
Tschirch, A., Handb. d. Pharmakognosie (1912), Bd. II, 1, S. 60.
70. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Greshoff, M., Quintus Bosz, J. E. u. Langley, R. W., Chem. Ztg. **27** (1903), 499—501; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **18** (1909), 483; **19** (1910), 747—756.
71. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.

Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
72. Hanns u. Bien, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **12** (1906), 395.
73. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
74. Merck, Index. 2. Aufl. (1902), 302.
75. Matthes, Ber. Pharm. Ges. **17** (1907), 414.
76. Jeckolt, Ber. Pharm. Ges. **19** (1909), 343.
77. Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
Jeckolt, Ber. Pharm. Ges. **19** (1909), 343.
78. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
Pratt u. del Rosario, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **33** (1917), 87.
79. Sanna, Staz. sperim. agrar. ital. **41** (1908), 550.
80. Mansfeld, M., 16. Jahresber. d. Untersuchungsanstalt d. allg. österr. Apotheker-Vereins (1903—1904), 6.
81. Erdmann, H., Ber. Chem. Ges. **32** (1899), 3351.
82. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 842 u. 887.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
83. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
Jeckolt, Ber. Pharm. Ges. **13** (1903), 1.
84. Jeckolt, Ber. Pharm. Ges. **13** (1903), 1.
85. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
86. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), Bd. I, 737.
87. Harlay, Journ. Pharm. Chim. (6) **15** (1902), 49.
Bourquelet, Journ. Pharm. Chim. (6) **18** (1903), 241.
88. Corenwinder u. Contamine, Ztrbl. Agrik. Chem. (1879), 794.
89. Schulze u. Frankfurt, Ztschr. physiol. Chem. **20** (1895), 511.
Werenskiold, Chem. Ztg. **19** (1895), 1273.
Bussolt, E., Journ. f. Landwirtschaft **74** (1916), 357—360; Ztschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel **36** (1918), 175.
Hanson, N., Fühlings Landwirtschafts-Ztg. **65** (1916), 293; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1916), 232.
90. Schindelmeiser, Apoth.-Ztg. **22** (1907), 482.
Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423.
91. Bornträger, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 153.
Mohorčič, Arch. Hygiene **86** (1916), 248 bis 253; vgl. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **36** (1918), 172.
92. Plahl, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **13** (1907), 1.
König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. **I** (1903), 837.
Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747—800; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423—425.
93. Windisch u. Böhm, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **8** (1904), 347.
Hotter, E., Ztschr. f. d. landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich **9** (1906), 747—800; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **14** (1907), 423—425.
94. Riche u. Rémont, Journ. Pharm. Chim. (5) **1** (1880), 2.
Reinke, O., Chem. Ztg. **38** (1914), 63; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1914), 190.
95. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
96. Bornträger, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 145.
97. Bornträger, ebenda.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.
98. Bornträger, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 145.
99. Flückiger, F. A., Arch. Pharm. **230** (1892), 549.
Laurent, Journ. Pharm. Chim. **25** (1907), 225.
100. Schulze, E. u. v. Planta, Ber. Chem. Ges. **23** (1890), 1692; **24** (1891), 2705; Landwirtsch. Versuchsstation **40** (1892), 277; **41** 123; **55** (1902), 419.
101. König, J., Chemie f. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), I, 784, 1498.
Snyder, H., Minnesoter Stat. Bull. **63** 513—517; Experim. Stat. Rec. **11** (1900), 843—844.
Formenti, C. u. Sirpiotti, A., Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **12** (1906), 294.
102. Schneegans, Journ. Pharm. Elsaß-Lothringen (1898), 17.
Schneegans, Pharm. Ztg. (1898), 89.
103. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. (1903), I, 1485.
Boorsma, W. G., Jahrb. d. Vereinigung »Ooftteelt« **6** (1904—1906), Sonderdruck; n. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **11** (1906), 533.

104. Heinze, B., Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **6** (1903), 529.
Kochs, J., Ber. d. Gärtnerlehranstalt Dahlem (1916—1917), 118—119; Jahresber. f. Agrikulturchemie (1918), 153—154.

105. Bersch, Landwirtschaftl. Versuchsstation **46** (1896), 473.
Fendler, Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **6** (1903), 1025.
Greshoff, M., Quintus Bosz, J. E. u. Langley, R. W., Chem. Ztg. **27** (1903), 499—501; Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **18** (1909), 483; **19** (1910), 747—756.

106. v. Esenbeck u. Marquart, Buchn. Repert. Pharm. **1** (1835), 313.

107. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl., **1** (1903), 782.
Ulbricht, Landwirtschaftl. Versuchsstation **32** (1886), 231.

108. Tanret, G., C. R. **116** (1893), 514.
Rundquist, Svensk. Farmac. Tidskrift (1909); vgl. Apoth.-Ztg. **55** (1910), 37.

109. Tanret, G., C. R. **117** (1893), 51.

110. Posternak, C. R. **137** (1903), 202 u. 439.
Kochs, J., Bericht d. kgl. Gärtnerlehranstalt zu Dahlem (1908—1909), 160.
Dean, Amer. Chem. Journ. **32** (1904), 69.

111. a) Daniel, Ann. Sc. Natur. (7), **11** (1890), 17.
b) Kastle u. Clark, Amer. Chem. Journ. **30** (1903), 422.
c) Green, Botan. Ztrbl. **52** (1893), 18.
Okey, R. u. William, A. W., Journ. Amer. Chem. Soc. **42** (1920), 1693—1696; Chem. Ztrbl. (1920), III, 847.

112. a) Sayre, L. E., Amer. Journ. of. Pharm. **9** (1895), 465.
b) Dragendorff, G., Monographie des Inulin. Petersburg (1870), 135.
Pritzker, J. u. Jungkunz, R., Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **41** (1921), 162—163.

113. Greshoff, M., Sack, J., van Eck, J. J., u. a., Analysen des Kolonialmuseums zu Haarlem. Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- und Genußmittel **9** (1905), 743—744; **19** (1910), 747—756.

114. Schulze, E., Ztschr. physiol. Chem. **27** (1899), 267.
Munson, L. H. u. Tolman, L. M., Ztschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel **6** (1903), 1122; Ztschr. d. Vereins deutsch. Zuckerindustricller **40** (1903), 642—649.

115. Perrot u. Tassily, Bull. Soc. Chim. (4), **3** (1908), 740.

116. Schulze, E., Ztschr. physiol. Chem. **27** (1899), 248 u. 287.

117. Prinsen-Geerligs, Chem. Ztg. **21** (1897), 719.

118. Hartwich, C., Neue Arzneidrogen (1890), 387.

119. a) Kayser, R., Ztschr. f. öffentl. Chem. **15** (1909), 187.
b) Marcano, Bull. Pharm. **5** (1893), 77.

120. Dragendorff, G., Pharm. Ztschr. f. Rußland **4** (1865), 145.

121. Herbert u. Heim, C. R. **148** (1909), 513.

123. Ebert, A., Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908), 427 ff.
Ludwig, Arch. Pharm. **193** (1870), 42.
Villicis, C. R. **44** (1877), 35.
Hausknecht, Arch. Pharm. **192** (1870), 244.

124. Ebert, A., Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908).

125. Lloyd, Amer. journ. pharm. (1897).

126. Berthelot, C. R. **41** (1855), 392.
Willey, Journ. Amer. Chem. Soc. **13** (1891), 228.

127. Ebert, A., Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908), 427—529.
Flückiger, F. A., Pharmakognosie, S. 24.

128. Ebert, A., Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908), 427—529.
Flückiger, F. A., Arch. Pharm. **200** (1872), 159.
Berthelot, Ann. Chim. Phys. **67**, 82.

129. Ebert, A., Dissertation. Zürich 1908.
Raby, Pharm. Journ. Trans. (1889), 993.
Hooper, Pharm. Journ. (1890), 421.
Ludwig, Arch. Pharm. **192** (1870), 244.

130. Berthelot, Arch. Pharm. **67** (1861), 82.

131. Guibourt, Journ. pharm. (1858); Buchn. Repert. (1858), 413.
Berthelot, Gaz. med. de Paris (1857), No. 49.
Apping, Untersuch. üb. d. Tschala-Manna. Dissertation. Dorpat 1885.
Ebert, Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908), 427.

132. Ebert, Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. **46** (1908), 427.

133. Berthelot, Ann. Chim. Phys. **55** (1859), 282.

134. Tanret, G., Bull. Soc. Chim. (3). **27** (1902), 947; C. R. **136** (1903), 1569.

135. Realenzyklopädie. Bd. VIII, 482, Hartwichs (Literatur).
Maiden, Journ. Chem. Soc. **55** (1889), 665.
Ref.: Flückiger, F. A., Arch. Pharm. **332** (1894), 311.

136. Jandrier, C. R. **117** (1892), 498.

137. Berthelot, Ann. Chim. Phys. **47**, 86.

138. Hooper, Pharm. Journ. (1890).

139. Trabut, C. R. **132** (1901), 225.
Battandrier, Journ. Pharm. Chim. **13** (1901), 177.

140. Laurent, C. R. **30**, 41, 339 u. **31**, 694; Liebigs Ann. **76**, 358; **80**, 345.

141. Flückiger, F. A., Wittsteins Vierteljahresschr. **17** (1868), **161** u. **18**, 32; Arch. Pharm. (1871).

142. Castrey, Bull. gén. de Thérap. **138**, 942; Pharm. Ztg. (1899), 238.
Hausknecht, Arch. Pharm. (1870), Mannasorten d. Orient.

143. König, J., Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. II (1904), 1244 u. I, 842.
Sostegni, Gazz. chim. ital. **27** (1897), II, 475; **32** (1902), II, 17.

144. Hefter, Fette u. Öle (1908), II, 540.
König, J., 4. Aufl. (1904), 1244 u. I, 842.

145. Withmann, Z. landw. Versuchsw. Österr. **4** (1901), 131.
Martinaud, C. R. **131** (1900), 808; **144** (1907), 1376.
Mestrezat, C. R. **143** (1906), 185; **145** (1907), 260.
Wehmer, C., Pflanzenstoffe (1911), 471 bis 476.
146. Wehmer, C., Pflanzenstoffe (1911), 472.
147. König, J., 5. Aufl. (1924), 845.
148. König, J., 5. Aufl. (1924), 845.
149. König, J., 5. Aufl. (1924), 659.
150. Warburg, O., Pflanzenwelt (1916) II, 379.
151. König, J., 5. Aufl. (1924), 845.
Wehmer, C., Pflanzenstoffe (1911), 151.
152. Wehmer, ebenda.
153. Tschirch, A., Bd. II. 37.
König, J., 4. Aufl. Nachtrag zu Bd. I (1923), 380.
154. Diedrichs, A., Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel **27** (1914), 132—141.
155. Raynaud, F., Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel **34** (1917), 180—181.
156. Bailland, Journ. de Pharm. Chim. **4** (1879), 30, 461.
157. Balland, Journ. de Pharm. et de Chim. (6), **19** (1904), 569—572.
158. Rothéa, Bull. Sc. Pharmakol. **29** (1922), 369—379; Chem. Ztrbl. (1922), III, 1303.
159. Wehmer, C., Pflanzenstoffe (1911), 70.
160. Decanay, J., The Philippine Agriculturist and Forester **3** (1914), 81—83, Jahresber. f. Agrikulturchemie (1915), 148—149.
161. Bornträger, Ztschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel **5** (1902), 134.
163. König, J., 4. Aufl. Nachtrag zu Bd. I (1923), 370.
165. König, J., 5. Aufl. (1924), 839.
166. König, J., c) 4. Aufl. Nachtrag zu Bd. I (1923), 369.
Waringston, N., b) Repert. Pharm. **25** (1876), 69.
Wehmer, C., a) Pflanzenstoffe, 399.
167. König, J., 4. Aufl. (1903), I, 849.
168. König, J., 4. Aufl. (1903), I, 886.
169. Hürre, R., Journ. Pharm. et Chim. (7), **20** (1919), 5—9; Chem. Ztrbl. (1920), II, 94.
170. König, J., 4. Aufl. (1903), I, 1504.
171. Balland, Rev. intern. falsific. **13** (1900), 92.
Wehmer, C., Pflanzenstoffe, 396.
172. Scustél u. de Plato, Staz. sperim. agrar. ital. **41** (1908), 435.
König, J., 4. Aufl. Nachtrag zu Bd. I (1923), 368.
173. König, J., 4. Aufl. Bd. I (1923), 887 u. 1505.
174. Balland, Rev. intern. falsific. **13** (1900), 92.
175. Hoffmann, E., Arch. Pharm. **214** (1879), 139.
König, J., 4. Aufl. Nachtrag zu Bd. I (1923), 1139.
176. Danesi u. Boschi, Staz. sper. agr. ital. **28** (1895), 700.
König, J., 4. Aufl. (1903), I, 844.
177. König, J., 4. Aufl. (1903), I, 568, 570, 571 u. 1488.
178. Jachson, Leplay, C. R. **46** (1858), 444.
Wiley u. Maxwell, Americ. Journ. of Pharm. (1890), 216.
Sugar **24** (1922), 83; Chem. Ztrbl. (1922), II, 1032.
179. Dammer, O., Lexikon der Verfälschungen, 1002.
180. Gibb, Pharm. Journ. Trans. (1851), **11**, 115.
Czapek, Harrington, Biochemie **1**, 381.
Wiley, Chem. News **51** (1885), 88.
181. Buisson, Bull. de l'Associat. Chim. Sucr. **22** (1904), 483; Ztschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel **10** (1905), 496—497.
Lindet, **22** (1905), 577.
Sy, Journ. Franklin Instit. **162** (1906), 71; **166** (1908), 249, 321.
Cowles, Journ. Americ. Chem. Soc. **30** (1908), 1285.
182. Berthelot, Ann. Chim. Phys. (3) **7**, 351.
Déon, Bull. Soc. Chim. **32** (1879), 125.
183. Berthelot, ebenda.
184. Berthelot, ebenda.
Bourquelot, Journ. Pharm. **20** (1904), 193.
185. de Mello, F., C. R. **84** (1921), 584—586; Chem. Ztrbl. (1921), III, 47.

O. Kallmann.

Wichtigste Literatur über die Zuckerrübe.

Bücher.

186. Appel, O., Taschenatlas der Krankheiten der Zuckerrübe. Berlin 1926.
Claassen, H., Die Zuckerfabrikation mit besonderer Berücksichtigung des Betriebes. Magdeburg 1922.
Holdefleiß, P., F. Knauers Rübenbau. Berlin 1912.
v. Kirchner, O., Die Krankheiten und Schädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1923.
v. Lippmann, E., Die Chemie der Zuckerarten. Braunschweig 1895.
Schneidewind, W., Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin 1923.
Stift, A., Die Krankheiten und tierischen Feinde der Zuckerrübe. Wien 1900.
Stohmann-Schander, Handbuch der Zuckerfabrikation. Berlin 1912.
Stoklasa, J. u. Matousek, A., Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Jena 1916.
Stolle, F., Zucker. Muspratts Chemie. Ergänzungsband IV, 2. Braunschweig 1922.
Wohryzek, O., Chemie der Zuckerindustrie. Berlin 1914.

Zeitschriften.

Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie. Berlin.
Die Deutsche Zuckerindustrie. Berlin.
Zentralblatt für die Zuckerindustrie. Magdeburg.
Blätter für Zuckerrübenbau. Berlin, bis 1922.

Der Zuckerrübenbau. Hannover.
Österreich-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft. Wien.
Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen. Prag. Bis 1918.
Zeitschrift für die Zuckerindustrie der tschechoslowakischen Republik. Prag. Von 1920 an.
Facts About Sugar. New York.

187. Berichte der Berliner Akademie der Wissenschaften (1747). Chymische Versuche, einen wahren Zucker aus Pflanzen, die in unseren Ländern wachsen, zu ziehen.

188. Achard, F. C., Anleitung zum Anbau der zur Zuckerfabrikation anwendbaren Runkelrüben und zur vorteilhaften Gewinnung des Zuckers aus denselben. Breslau 1803. Beide Abhandlungen im Neudruck in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften **159**. Leipzig 1907.

189. Die Runkelrübenzuckerfabrikation. Breslau und Leipzig 1910. Neudruck herausgegeben von Brukner. Berlin 1919.

190. Jahr- und Adreßbuch der Zuckerfabriken **53** u. **54**. Magdeburg 1924. Die deutsche Zuckerindustrie **39**. Berlin 1914. F. O. Licht, Tagesberichte. Magdeburg 1924.

191. Illustrierte Flora von Mitteleuropa (3).

192. Vilmorin, J. L., L'Hérédité chez la betterave cultivée. Paris 1923.

193. v. Rümker, Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau. Berlin 1919.

194. Bunge, A., Pflanzengeographische Betrachtungen über die Familie der Chenopodiaceen. Mem. Ac. St. Petersburg **37**, No. 8.

195. Vilmorin, L'Hérédité chez la betterave cultivée. Paris 1923.

196. Krüger, Berichte der D. L. G. **37** (1922), 217.

197. Munerati, O., Mezzadroli, G. u. Zapparoli, T. V., Le stazione sperimentali agrarie italiane **46** (1913), 415.

198. v. Proskowetz jun., Österreich.-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie **30** (1901). F. Schindler, Über die Stammpflanze der Runkel- und Zuckerrübe. Bot. Ztrbl. **46** (1891). — Schneider, F., Über Kreuzungen der Zuckerrübe mit *Beta maritima* L. Die Deutsche Zuckerindustrie **51** (1926), 521.

199. Wiesner, Rohstoffe. 3. Aufl. Bearbeitet von Krasser, 477.

200. Girard, Recherches sur le développement de la betterave à sucre. Paris 1887.

201. Pieper, Die deutsche Zuckerindustrie **44** (1919), 560.

202. Österreich-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft **20** (1891), 645.

203. Briem. Blätter für Zuckerrübenbau **6** (1899), 1.

204. Briem, Der praktische Rübenbau. Wien 1905.

205. Townsend u. Rittue, U. S. Dep. of Agr. Bureau of Plant Industry. Washington 1905. Zitiert nach Fruwirth.

206. Fruwirth, C., Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. 4. Band. Berlin 1919.

207. Seeliger, Untersuchungen über das Dickenwachstum der Zuckerrübe. Arbeiten aus d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft **X** (1920), 149.
Seeliger, Die Abstoßung der primären Rinde . . . Arbeiten aus d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft **X** (1920), 141.
Rüggeberg, Jahresber. Ver. f. angew. Botanik **IX** (1911), 52.
Wiesner, Untersuchung über das Auftreten von Pektinkörpern in den Geweben der Runkelrübe. Sitzungber. k. Ak. d. Wiss. Wien **I** (1865). Einleitung in die technische Mikroskopie. Wien (1867), 240. Rohstoffe des Pflanzenreiches. 1. Aufl. (1873), 640.
de Vries, H., Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe. Landw. Jahrb. **VIII**, 13 u. 417.
Schindler, F., Zur Charakteristik typischer Zuckerrübenvarietäten auf anat. Grundlage. Öst.-ungar. Ztschr. f. Zuckerindustrie **18** (1889), 351.
Strasburger, E., Das botanische Praktikum. Abschn. XII.

208. Nilsson, Sveriges Utsädesförenings Tidskrift, Heft 5 (1922). Referat von Zade, Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft **39** (1924), 388.

209. de Vries, H., Keimungsgeschichte der Zuckerrübe. Landw. Jahrb. 8, 13. Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe. Ebenda, 417.

210. Peklo, Histochemisches über die Lokalisation der Saccharose in der Zuckerrübe. Österr. Zeitschr. **XXXVII** (1908), 153.

211. Schindler u. Proskowetz, Österr. Zeitschr. **XVIII** (1889), 351.

212. Rimpau, W., Das Aufschießen der Runkelrüben. Landw. Jahrb. **IX** (1880), 192. Schubart, Ztrbl. f. Zuckerind. **XVI** (1908) u. **XVIII** (1910).
Fruwirth, Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung **IV**. Berlin 1919.

213. Stift, A., Die Krankheiten u. tierischen Feinde der Zuckerrübe. Wien 1900.

214. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. **II** u. **III**, Berlin 1921 u. 1923. Atlas der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1908.

215. Kirchner, O., Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1923. — Appel, O., Taschenatlas d. Krankheiten der Zuckerrübe. Berlin 1926. — Eisbein, C. J., Die kleinen Feinde des Zuckerrübenbaues. Berlin 1926.

216. Schecker in Stolle, Zucker. Muspratts Chemie, Erg.-Bd. IV, 2, 1255. Braunschweig 1922.
Wohrycek, O., Chemie der Zuckerindustrie. Berlin 1914.

217. v. Lippmann, Chemie der Zuckerarten. Braunschweig 1895.

218. Peklo, Österr. Zeitschr. **38** (1909), 151.

219. Rümpler, A., Die Nichtzuckerstoffe der Rüben. Braunschweig 1898.

220. Hoppe-Seyler, Ztschr. physiol. Chem. **7**, 263.

221. Grafe, Gonnermann, nach Wohrycek (1914) (s. 216).

222. Andrlik, Zeitschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen **XXIX** (1905), 513.

223. Strakosch, Österr.-ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie u. Landwirtschaft **XXXV** (1906), 1.
Strakosch, ebenda **XLI** (1912), 224.
Strakosch, ebenda **XXXVII** (1908), 1.

224. Czapek, Biochemie der Pflanzen **I**, 375.

225. Ruhland, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik **50** (1911), 200.

226. Floderer u. Herke, Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie u. Landwirtschaft **40** (1911), 385.

227. Claassen, Die Zuckerfabrikation mit besonderer Berücksichtigung des Betriebes. Magdeburg 1922.
Stolle in Muspratts Chemie. Ergänzungsband **IV**. 2, 1213. Braunschweig 1922
Ost, Lehrbuch der chem. Technologie. Leipzig 1919.

F. Schneider.

228. König, J., 4. Aufl., Nachtrag zu Bd. I (1923), 323.

229. König, J., 4. Aufl. I (1903), 729.
Behrend, Wolfs u. Gotrowsky, Journ. f. Landw. **52** (1904), 127.

230. Kochs, J., Bericht d. Kgl. Gärtnerei-Lehranstalt zu Dahlem (1908—1909), 160.

O. Kallmann.

231. a) Archief voor de Suikerindustrie in Nederl.-Indie Soerabaja. Seit 1893 monatl. zweimal.

b) Bartens, A., Ein kurzer Blick auf die heutige Lage der Weltzuckererzeugung und den Weltzuckerverbrauch. Deutsche Zuckerindustrie (1925), 697.
Basset, N., Guide du planteur de cannes. 1889.
Boname, P., Culture de la canne à sucre à la Guadeloupe. 1888.
Bremer, Dr., G., Een cytologisch onderzoek van eenige soorten en soortbastaarden van het geslacht Saccharum. 1923.

c) Bremekamp, C. E. B., De dorsiventrale bouw van een rietstengel. Arch. v. d. Java suikerindustrie (1914), 41.
— Het vatbundelstelsel bij het suikerriet. Ebenda 499.
— De anatomische bouw van de wortelschors bij het suikerriet. Ebenda 508.
Colson, L., Culture de la canne à sucre aux iles Hawai et à la Réunion. 2. Aufl. Paris 1905.
Deer, N., Cane Sugar. 2. Aufl. London 1921.
— Sugar and the the Sugar Cane. 1905.
Deventer, W. van, De dierlyke vyanden het suikerriet en hunne parasieten. Amsterdam 1906. 2. Aufl. 1912, s. Handboek.
— De cultuur van het suikerriet op Java. Amsterdam 1915, s. Handboek.
Dickhoff, W. C., Statistieken van de Javasuikerindustrie.
— Bijdrage tot de kennis van den anatomischen bouw van den epidermis van het rietblad. Archief v. d. J. 1912, S. 67.
Douglas, H. F. K., De Java-Rietcultuur, haar verleden, heden en toekomst. 1910.
— Binnenlandsche Politiek en Buitenlandsche Concurrentie bedrijgen het voortbestaan van de Java-Suikerindustrie. 1920.

d) Frank, W. J., Somatische Kern- en Celdeeling en Microsporogenese bij het suikerriet. Amsterdam 1911.
Geerts, Dr. J. M., Plantenkunde van het suikerriet. Pasoeroean. 1916.
— Voorloopige conclusies over de voornaamste rietvarieteiten enz. Archief v. d. J. (1918), 55.
— Voorloopig resultaat der varieteitenproeven enz. Ebenda (1918), 135.
Gorkom, Dr. K. W. van, Oost Indische Cultures. Rietsuiker van H. C. Prinsen-Geerligs. 2. Teil, S. 73—179, 2. Aufl. Amsterdam 1918.
Grabert Lablé, Traité de la fabrication du sucre de betteraves et de cannes. 1913.

e) Handboek ten dienste van de suikerrietcultuur en de rietsuikerfabricage op Java. 5. Bde. Amsterdam.
Bd. 1. Methoden van onderzoek, s. Tervooren.
Bd. 2. De dierlijke vijanden van het suikerriet en hunne parasieten, s. van Deventer.
Bd. 3. De fabricatie van suiker uit suikerriet op Java, s. Prinsen-Geerligs.
Bd. 4. De rietsuikerindustrie in de verschillende Landen van produktie, s. Prinsen-Geerligs.
Bd. 5. De cultuur van het suikerriet op Java, s. van Deventer.
Harloff, W. H. Th. u. Schmidt, H., Handleiding voor tropische rietsuikerfabricatie. 4. Aufl. Amsterdam 1919.
— Plantation white sugar manufacture. 1913. Transl. by J. P. Ogilvie.
Heriot, T. H. P., The manufacture of sugar from the cane and beet. 1910.
Holty, R. J., Die Zuckerrohrkultur und Zuckerindustrie auf Cuba. Tropenpflanzer 1910.

f) Jeswiel, J., Beschrijving der soorten van het suikerriet. Archief v. d. J. S. (1916), 359, 625, 1321; (1917), 331, 913, 1369, 1949; (1918), 383.
— Bijdrage tot de kennis van den anatomischen bouw van den epidermis van het rietblad. Archief v. d. J. (1912), 67.
Jones, L. s. Scard.

g) Kamerling, Z., Onderzoekingen over de ademhaling van de rietplant. Archief v. d. J. 1904, S. 773.
Kempski, Die Zuckerrohrkultur unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Niederl. Indien. Berlin 1924.

232. a) Krüger, Dr. W., Das Zuckerrohr und seine Kultur. Magdeburg und Wien 1899.
— Zuckerindustriekalender. Leipzig.
— Berichte der Versuchsstation West-Java. Heft 1, Dresden 1890; Heft 2, Leipzig 1896.

b) Kuyper, J., De bouw der huidmondjes van het suikerriet. Archief v. d. J. (1914), 1679.
— De groei van bladschijf, bladscheede en stengel van het suikerriet. Ebenda (1915), 528.
— Is een blad met een internodium bij het riet als een physiologische eenheid op te vatten? Ebenda (1915), 1285.
— Waarnemingen over de transpiratie van het suikerriet. Ebenda (1915), 1715.
— Bijdragen tot de physiologie der huidmondjes van *S. officinarum* L. Ebenda (1916), 1673.
— Voortgezette metingen omtrent den lengtegroei van het suikerriet. Ebenda (1918), 163.
— De verdeeling van de opgeloste stof in het sap in verschillende deelen van den stengel. Ebenda (1918), 1665.

c) Languth-Steuerwald, L. G., Over de incrusteerende kleurstof van het suikerriet. Archief v. d. J. (1911), 1543.
v. Lippmann, Dr. E. O., Die Chemie der Zuckerarten. 3. Aufl. Braunschweig 1904. Die Geschichte des Zuckers. Leipzig 1904.
van Moll, C. u. Douglas, H. F. K., Een plantinstructie voor de cultuur van suikerriet (1918).
Prinsen-Geerligs, Dr. H. C., Korte handleiding tot de fabricatie van suiker uit suikerriet op Java (1904).
— On cane sugar and its manufacture. London 1909. 2. Aufl. 1924.
— De rietsuikerindustrie in de verschillende landen van productie, s. Handboek. Amsterdam 1911; 2. Aufl. 1924.
— The worlds cane sugar industry, past and present. London 1912.
— Practical white sugar manufacture. London 1915.
— De fabricatie van suiker uit suikerriet op Java. Amsterdam 1907; 4. Aufl. 1924, s. Handboek.
— Chemical control in cane sugar factories (1917).
— Tratado de la fabricación del azúcar de caña. 3. Aufl. Amsterdam 1917.
— Zuckerrohr. Bangert, Hamburg 1925.
— Over het ontstaan van pectine door werking van kalk op den celwand van het riet. Archief v. d. Java suikerindustrie (1893), 65.
— Onderzoek van rietwas. Ebenda (1893), 66.
— Over de werking van alkalien, kalk en bariet do glucose en de beteekenis daarvan in de praktijk. Ebenda (1893), 305.
S. auch van Gorkom.
Quintus, R. A., The cultivation of sugar cane in Java. London 1923.
— Selectisproeven enz. Archief v. d. J. (1914), 1369.
Scard, F. J., The cane sugar factories (1913).
Schär, E., Das Zuckerrohr, seine Heimat, Kultur und Geschichte (1890).
Sibinga Mulder, J., De rietsuikerindustrie op Java (1912).
Soames, P., A treatise on the manufacture of sugar from the sugar cane.
Soltwedel, Dr. F., Formen und Farben von *Saccharum officinarum* und von verwandten Arten. Berlin 1892.
de Sornay, P., La canne à sucre à l'île Maurice. Paris 1920.
Spencer, G. L., A handbook for cane sugar manufacturers and their chemists (1917).
von der Stock, J. E., Zuckerrohr in Fruwirth, Handb. d. landw. Pflanzenzüchtung. 2. Aufl. Bd. 5. Berlin 1923.
Stubbs, The sugar cane.
Suck, Die geographische Verbreitung des Zuckerrohrs. Tropenpflanzer (1900).

233. Tervooren, M., Methoden van onderzoek der bij de Java-riet-suiker-industrie voorkomende producten enz. (1904), s. Handboek.
Tiemann, W., Zuckerrohr, Kultur, Fabrikation und Statistik (1899).
— The Sugar Cane in Egypt. London 1903.
Walker, H., The sugar industry in the Island of Negros.
Walter, H., The sugar industry of Mauritius.
Went, F. A. F. C., Onderzoekingen omtrent de chemische physiologie van het suikerriet. Archief v. d. J. 1896, S. 525; ferner Indische Mercuur 1912, S. 677.
— Wakker, J. H. u. F., De ziekten van het Suikerriet. Leiden 1895.
Wijnberg, Dr. A., Het rietwas en de mogelijkheid zijner technischen winning. Diss. Delft 1909.
Wilbrink, G. u. Ledebour, F., De geslachtelijke voortplanting bij het suikerriet. Archief v. d. Java suikerindustrie (1911), 369.
Wiles, R., Cuban cane sugar (1916).
Wiley, H. W., Proeven op het gebied van industrieele cultuur en de fabricage tot tafelstroop (1906).
Yoder, P. A., Sugar-cane culture for sirup production in the U. S. Bull. Dep. Agric. N. 486 (1917).
Zeller, Dr. T., Der Kampf zwischen Zuckerrohr und Rübenzucker. Leipzig 1920.
Zerban, F., Schädliche Stickstoffverbindungen im Zuckerrohrsaft. Öster.-ungar. Ztschr. f. Zuckerind. u. Landwirtschaft (1912), 1093.

W. Krüger.

Druckfehlerberichtigung.

I. Band.

Seite 24 links, letzte Zeile muß heißen: „fortgeschrittenere anzusehen, aber es“ — NB.: Dieser Fehler ist in weitaus dem größten Teil des 1. Bandes durch Einlegen eines neuen Druckblattes verbessert.
„ 726 l., Zeile 11 v. u. Cheiranthus statt Cheirantus.
„ 728 r., „ 7 v. o. Glyzeriden st. Glyzoiden.
„ 735 r., „ 11 v. u. Gynocardiaöl st. Gynocardialöl.
„ 736 l., „ 7 v. o. und r., Zeile 24 v. o. Weightiana st. Wightiana.
„ 739 l., „ 2 v. o. Itallie st. Italie.
„ 746 r., „ 28 v. u. Cinnamomum st. Cinammonum.
„ 751 r., „ 19 v. u. Bankulnußöl st. Bakulnußöl.
„ 761 l., „ 25 v. o. irya st. irga.
„ 762 l., „ 13 u. 24 v. o. Nigeröl st. Perillaöl.
„ 763 l., „ 9 v. o. Linolsäure st. Linalsäure.
„ 771 r., „ 22 v. u. copra st. capta.
„ 834 r., „ 13 v. u. Paulliniakatechin st. Pauliniakatechin.
„ 848 r., „ 14 v. o. Scarlet oak st. Skarlet oak.
„ 851 l., „ 9 v. u. Yellow st. Jellow.
„ 851 r., „ 8 v. o. Weinmannia st. Weimannia.
„ 853 l., „ 5 v. o. Terminalia zu streichen.
„ 853 r., „ 12 v. o. Borsigii st. Brosigii.
„ 860 l., „ 24—26 v. o. zu streichen.
„ 860 l., „ 30 v. o. Olivier st. Oliver.
„ 862 l., „ 6 v. u. Wrightia st. Wrigthia.
„ 862 r., „ 21 v. o. dye st. deye.
„ 863 r., „ 8 v. o. Leichardt's tree st. Leichardstree.
„ 863 r., „ 25 v. o. Viburnum st. Viburum.
„ 867 r., „ 10 v. u. trichomannoides st. trichomanoides.
„ 867 r., „ 10 v. u. Tamhakibork st. Tanehakibork.
„ 878 l., „ 1 v. o. mollissima st. molissima.
„ 883 r., „ 13 v. u. Whitegum- st. Whitgum-.
„ 885 l., „ 11 u. 12 v. u. Leucodendron argenteum st. Leucadendron argentum.
„ 885 l., „ 7 v. u. Protea st. Prot.
„ 896 l., „ 23 v. u. ihren st. seinen.
„ 913 r., „ 27 v. u. Morea- st. Moreo-.
„ 990 r., „ 21 v. u. Barristergummi st. Baristergummi.
„ 992 l., „ 10 v. u. anfractuosum st. antractuosum.
„ 996 r., „ 18 v. o. Komma zu streichen.
„ 1002 l., „ 25 v. o. marrons st. marons.
„ 1047 r., „ 2 v. o. 1048 st. 1098.
„ 1056 l., „ 16 v. u. Aleuri- st. Aleuti-.
„ 1056 l., „ 1 u. 2 v. u. Tachardiacerol st. Tachiardiacerol.
„ 1084 l., „ 26 v. u. Platanus st. Plataneus.

II. Band.

„ 1204 l., „ 29 v. o. Cunninghamia st. Cuninghamia.
„ 1207 r., „ 6 v. u. big tree st. Bigtree.
„ 1216 r., „ 19 v. u. Cork st. Corc.
„ 1217 l., „ 17 v. o. Graos st. Gaos.
„ 1219 l., „ 22 v. o. Corkwood st. Corcwood.
„ 1228 r., „ 25 v. o. 1231 st. 399.
„ 1230 r., „ 1 v. o. Camel st. Kamel.
„ 1231 l., „ 3 v. o. cinerea st. cinera.
„ 1234 l., „ 25 v. u. africana st. afrikana.
„ 1238 r., „ 1 v. o. capense st. capensie.
„ 1238 r., „ 8 v. o. Zebra st. Cebra.

Seite 1242 r., Zeile 11 v. u. Ekebergia st. Ekebergyia.
„ 1252 r., „ 13 v. o. gigantiflora st. gingantiflora.
„ 1253 l., „ 23 v. u. malabaricum st. malabricum.
„ 1253 r., „ 9 v. o. arbre st. arbe.
„ 1258 r., „ 21 v. o. Hopea st. Hoppea.
„ 1266 r., „ 21 v. u. Schefflerodendron st. Schlefflerodendron.
„ 1268 l., „ 19 v. u. cinereum st. cinerum.
„ 1268 r., „ 12 v. o. Roxburghii st. Roxburgii.
„ 1271 r., „ 21 v. o. Phillyrea st. Phyllyrea.
„ 1281 l., „ 23 v. o. Totara- st. Torara.
„ 1303 r., „ 11 v. o. Fitzroya st. Fritzroya.
„ 1318 r., „ 11 v. u. Caesalpinioideae st. Caesalpinoideae.
„ 1332 l., „ 27 v. o. Hicoria st. Hicorian.
„ 1338 r., „ 27 v. o. Einzuschalten: — Betulaceae. —
„ 1350 r., „ 14 v. u. ovar — st. over —.
„ 1373 l., „ 13 v. o. Ulmaceae st. Ulnaceae.
„ 1385 r., „ 7 v. u. fragrant st. fragant.
„ 1392 r., „ 18 v. u. philippinensis st. philipinensis.

Namen- und Sachregister.

A

Aal 238.
Ababele 1228.
Abaca 618.
Abalu 1277.
Abang 1217, 1376.
Abassiabuchsholz 1507.
Abelluello 1250, 1400.
Abelmoschus esculentus 467, 2008.
— -faser **586**.
— ficulneus 468.
— moschatus 468.
— tetraphyllus 468, **586**.
Abeokuta plum 1259.
Abfallhefe 1114.
Abieninsäure 1095.
Abies (Gerbstoff) 838.
— alba 79, 435, 724 (1207).
— balsamea 1062, 1087.
— canadensis 863, 1062.
cephalonica 1207.
concolor 1207.
— Douglasii 1062.
— excelsa 308, 724.
— firma 1207, 1288.
— grandis 1207.
— Mariesii 1207.
— mucronata 1062.
— nobilis 1207.
— Nordmanniana 1207, 1288.
— pectinata 127, 435, 724, 863, 1087, 1095 (1207), 1286.
pichta 1288.
— pindrow 1207.
— sibirica 80, 128.
subalpina 1207.
— Veitchii 1207.
— Webbiana 1207.
Abietineae (Bals.) 1062.
— (Bitterst.) 142.
— (Hölzer) 1207.
Abietinolsäure 1095.
Abietinsäure 1090, 1091.
Abietit 112.
Abietolsäure 1095.
Abnus 1561, 1563.
Abo-Idofun 1228.
Aborkpor 1560.
Aboua 50.
Abricotier sauvage 1257.
Abrin 198.
Abroma angulata 473.
— augusta 473.
— elongata 473.
— fastuosa 473.
Abroma mollis 473.
— Wheleri 473.
Abrotin 56.
Abrus 42.
— precatorius 198, 462, 1807.
Absinthiin 112.
Absinthin 112.
Abura-giri 741.
Abura toi 787.
Abutilon americanum 468.
— asiaticum 468, 469.
— avicennae 469, 559.
— Bedfordianum 469, 663.
— glaucum 469.
— grandiflorum 468.
— graveolens 469.
— indicum 468.
— molle 469.
— octocarpum 469.
— oxycarpum 469.
— periplocifolium 469.
— polyandrum 469.
— populifolium 468.
— striatum 469.
— venosum 469.
Acacetin 257.
Acacia abyssinica 996, 998.
— acuminata 1230.
— Adansonii 853, 923, 988.
— adstringens 854.
— albicans 853.
— albida 988, 999, 1003, 1006.
— aneura 1229.
— angico 988.
— anthelminthica 1822.
— arabica 460, 840, 853, 878, 923, 988, 994, 1004, 1055, 1078, 1230.
— bambolah 853, 923.
Borsigii 853, 1230.
catechu 833, 836, 852, 894, 988, 1004, 1230.
— cavenia 84, 1230.
— cebil 853.
— cineraria 853, 923.
cinerea 853.
cochlocarpa 853.
— Cunninghami 853.
— dealbata 853, 878, 988, 1005, 1230.
— decurrens 853, 878, 988, 1005, 1230.
— delibrata 1822.
— digyna 853.
— dodonaeifolia 1229.
— dulcis 990.
— Ehrenbergiana 996, 988.
Acacia erioloba 988, 1003.
erubescens 1006.
— etbaica 853, 1006.
— excelsa 1229, 1540.
— falcata 1453.
— farnesiana 84, 840, 858, 923, 988, 1004, 1230.
— fasciculata 1005.
— ferruginea 853, 988, 1004, 1230.
fistula 988, 996.
— flavescens 460.
— giraffae 853, 924, 988, 996, 1003, 1006, 1230.
— glaucophylla 988, 996, 999.
— gummifera 988, 1006.
— harpophylla 853, 878, 1229.
— heterophylla 1230.
— Holstii 1230.
— homalophylla 988, 1005, (1229), 1413.
— horrida 853, 923, 988, 1003, 1004, 1006.
— intsia 853.
— Jacquemontii 988.
— jurema 853.
— karoo 988, 1006.
— Kirkii 988, 1003, 1004.
— koa 1229.
— lasiophylla 853, 878, 1414.
— latifolia 460.
— latronum 460.
— lebbek 853, 878, 989, 1078, 1821.
— leptocarpa 460.
— leucophloea 460, 853, 878, 988.
— lophantha 852.
— lysiploia 460.
— melanoxylon 853, 878, 1229.
— mellifera 460.
— micrantha 988.
— modesta 1230.
— mollissima 853, 878, 989, 1005, 1229.
— mudra 852.
— muricata 853.
— neboued 989, 999.
— neriifolia 853.
— nilotica 840, 853, 923, 993, 988, 996.
— nubica 460.
— paniculata 989.
— pendula 1005.
— pennata 853, 878.
— penninervis 878.
— Perotii 1230.

Acacia planifrons 1230.
— procera 460.
— pycnantha 853, 989, 1005, 1229.
— reficiens 989, 996.
— retinoides 989, 1005.
— -rinden 877.
— saligna 853, 878.
— senegal 923, 989. 993, 996, 999, 1003.
— seyal 460, 853, 923, 988, 989, 996, 1003.
— Siberiana 460.
— sing 460, 853, 923.
— skleroxylon 853.
— speciosa 1821.
— spirocarpa 460, 989, 1003.
— stenocarpa 989, 996.
— stenophylla 1239.
— subalata 853, 924.
— suma 833, 852, 853, 894.
— sundra 988.
— tomentosa 460.
— tortilis 989.
— triacantha 1269.
— usambarensis 853, 989, 1004, 1230.
— vera 853, 923, 988, 999,
— verek 853, 923, 989, 993. 1230.
— verniciflua 988.
— verugera 989, 1004.
— vestita 853.
— xanthophylla 989, 1003.
Acaenaarten 852.
Acajou 1240, 1474.
— à fruits 1245.
— à meubles 1479.
— à pommes 1245.
— bâtard 1255.
— -baum 1245.
— blanc 1239, 1462.
— d'Afrique 1250.
— de Guadeloupe 1245.
— de la Chine 1240.
— de la Guyane 1240, 1469.
— du Sénégal 1483, 1484, 1487.
— — femelle 1467.
— -gummi 1009.
— -öl 714.
— — Tiama 1495.
Acajuba occidentalis 714.
Acalypha indica 46.
Acana 1268.
Acanthaceae (Alkaloide) 53.
— (Bitterst.) 115, 164.
— (Farbst.) 317, 319.
— (Fas.) 480.
— (Fette) 714.
— (Gerbst.) 862.
— (Stärke) 1961.
Acanthea virilis 146.
Acanthopeltis japonica 1852.
Acanthorrhiza Warscewiczii 442.
Acanthosicyos horrida 208, 728,
Acanthosyris falcata 1220.
— spinescens 1220.
Acapulco 1562.
Accite de Maria 1256.
Accra Paste 1743.
Aceito de cavalho 1251.
Aceraceae (Fas.) 465.
— (Hölzer) 1247. 1518, 1519, 1520, 1521, 1522, 1523.
— (Stärke) 1922.
— (Zucker) 2050, 2101.
Acerates auriculata 1760.
Acer circinnatum 1520.
— Campbelli 1247, 1519.
— campestre (1247), 1519.
— dasycarpum 1297, 2101.
— Lobelii 1248.
— macrophyllum 1248, 1520.
— negundo 1520, 2101.
— negundo californicum 1521.
— nigrum 1521.
— oblongum 1287, 1521.
— pictum 1248.
— platanoides 465, 1521, (1247), 2101.
— pseudoplatanus 465 (1247), 1521, 1922.
— rubrum 465, 669, 1247, 1522, 2101.
— saccharinum 1248, 1522, 1523, 1803, 2101 (2050).
— saccharum 1248, 1331, 1523. 1809.
— saccharum nigrum 1521.
— silvestre 1519.
— suberosum 1519.
Ach 238.
Achara 1206.
Achasma megalocheilos 453.
Achillea millefolium 56, 112, 1801.
— moschata 56, 112, 140, 150.
Achillein 56, 112.
Achilletin 112.
Achiote 368.
Achioti 367.
Achira 1978.
Achlys triphylla 1806.
Achrassaponin 1824.
Achras sapota 166, 861, 1268, 1734, 1824, 2053.
Achrooamylosen 1950.
Achroodextrin 1947.
Achroodextrine 1950.
Achroodextrinsäuren 1950.
Acidalbumine 191.
Ackerdoppen 912.
Ackerkamille 141.
Ackersenföl 788.
Acle 1231.
Aconitin 30, 37.
Aconitsäure 37, 1801.
Aconitum 1801.
— chasmanthum 37.
— ferox 37.
— Fischeri 37.
— heterophyllum 37.
— lycoctorum 37.
— napellus 37, 2059.
— septentrionale 37.
— spicatum 37.
— Stoerkianum 37.
— variegatum 37.
Aconthopanax ricinifolium 1266.
Acoretin 113.
Acorin 112.
Acorn galls 957.
Acorospora 1807.
Acorus calamus 82, 112.
Acrocarpus fraxinifolius 1234.
Acrocomiafette 774.
Acrocomia lasiospatha 446.
— sclerocarpa 446, 774.
— totai 446, 774.
— vinifera 774. 2056.
Acrodiclidium anacardioides 1226.
— camara 1226.
— guianense 1226.
Actaea racemosa 125.
Actinella biennis 1762.
— Cooperi 1762.
Actinophora fragrans 465.
Adad 998.
Adalia 916.
Adaliavalonen 913.
Adamauakautschuk 1752.
Adamsapfel 1268, 2082.
Adams needle 449.
Adansonia digitata 113, 471, 720, 992, 1253, 1745, 1798, 1805.
Adansonin 113.
Add-Add 857.
Adeka 1239, 1465.
Adenantheraholz **1414**.
Adenanthera pavonina 747.
— pavonina 990, 1230, 1386, 1414.
Adenin 46.
Adenostemma tinctorium 319.
— viscosum 319.
Adermia balsamira 991.
Adhatoda vasica 53.
Adiangao 1204.
Adiantum pedatum 1800.
Adina cordifolia 1276.
Adina macrophylla 1276.
— microcephala 1276.

Adivi nimma 1239.
Adju-Mahagoni 1483.
Adjuh-Mahagoni 1486.
Adlerholz 1260.
Adonalis vernalis 1801.
Adonis vernalis 2036.
Adonit 2036.
Advocado 2047.
Advocatobirne 2036.
Advogatofett 746.
Advokaa 2047.
Adyanyodpeso 1242, 1490.
Adzukibohne 193.
Aechmanthera tomentosa 480.
Aechynomene elaphroxylon 1798.
Aegiceras majus 1825.
Aegilops 912.
Aegilospidum 912.
Aegiphila martinicensis 1274.
— obducta 800.
— verrucosa 1274.
Aegle marmelos 1239.
— sepiaria 2081.
Aeschynomene aspera 462, 1235.
— canabina 462.
— elaphroxylon 1235, 1593.
— grandiflora 462.
— spinulosa 461.
Aesculinsäure 1823.
Aescul inin säure 1824.
Aesculus californica 857.
— chinensis 781.
— flava 465, 1248.
— glabra 465, 857, 1248.
— hippocastanum 141, 465, 781, 840, 857, (1248), 1524, 1823, (1960).
— indica 1248.
— parviflora 857.
— pavia 1824.
— turbinata 1248.
Aetaballi 1243.
Afârez 1216.
Affenbrotbaum 471, 720, 1253.
Affendorn 774.
Affodill, weißer 2056.
Afiti 1231.
African bowstring hemp 627.
— cedar 1470.
— lignum vitae 1453.
— logwood 302.
— marigold 287.
— mahogany 1483, 1487, 1493.
— oak 1376.
— pearwood 1269, 1553.
— rubber tree 1577.
— teak 1376.
— walnut 1327, 1484, 1487, 1488.
Afridiwachs 784.
Afrik 442, 649.
Afrikanische Eiche 1376, 1532.
— Piassave 645.
Afrikanischer Birnbaum 1388, 1615.
— Nußbaum 1327.
Afrikanisches Birnholz 1553, **1555**.
— Blauholz 302.
— Buchsbaumholz **1507**.
— Ebenholz **1559**.
— Eichenholz 1243.
— Flottholz 1219, 1379.
— Greenheart 1400.
— Mahagoni 1240, 1483, 1486, 1488, 1496.
— Nußbaumholz **1412**.
— Padouk **1431**.
— Rosenholz 1236, **1536**.
— Rotholz **1427**.
— Satinholz 1602.
— Seidenholz 1602.
— Stinkholz 1217.
— Teakholz 1236, 1583.
— Zeder 1209.
Afrormosia laxiflora 1234.
Afzelia africana 748, 1232, 1483, 1486.
— bracteata 1483, 1484, 1485, 1486.
— bijuga (1232).
Afzeliaholz (1420).
Aganokwi 1269.
Agar-Agar **1849**.
— von Ceylon **1849**.
— von Japan 1852.
— von Java **1850**.
— von Makassar **1850**.
Agaricin 113, 1827.
Agaricinsäure 113, 1801.
Agathis australis 128, (1204), 1283.
— coranthifolia 1041.
— dammara 1041, 1204, 1284.
— robusta 1204.
Agave aboriginum 451.
— americana 451, **603**, 605, 1819, 2057.
— angustifolia 451.
— applanata 451.
— atrovirens 611, 2056.
— aurea 451.
— cantala 451, 603, 605, **610**.
— cantula 610.
— cantulla 451.
— cochlearis 611.
— cocui 451, 603.
— decipiens 451, 608.
— deserti 451.
— Deveyana 451, 603.
— diacantha 451.
— elongata 451.
Agave Endlichiana 451.
— falcata 451, 603, 617.
— -fasern 602.
— filifera 451.
— fourcroydes 451, 607, **614**.
— Funkiana 451, 617.
— geminifera 451.
— heteracantha 451, 1819.
— inghami 451.
— ixtli 451.
— lecheguilla 451, 617.
— lechuquilla 1819.
— leguilla 603.
— Lespinassei 603.
— lophanta 451, 603, 617.
— lurida 451.
— mexicana 451.
— Morrissii 1819.
Agavenblätter 1803.
Agavenfaser 680.
Agave rigida 451, 607.
— rigida sisalana 607.
— -saponin 1819.
— scabra 451.
— sisalana 451, 603, 605, **607**.
— striata 451, 603.
— tequilana 451, 603, 611, 617.
— tequilina 2057.
— victoriae-reginae 451.
— virginiaca 1819.
— vivipara 451.
— Wightii 451.
— yuccaefolia 451.
— zapupe 451, 603, 617.
Agel 443.
Aggai 1255.
Aggan-Egbo 1560.
Agglutinin 198.
Aglaia Clarkei 1242.
— odorata 1242.
Agliko 1245.
Agmatin 33.
Agnon 1219.
Ago 1210.
Agoniadarinde 113.
Agoniadin 113.
Agoniapikrin 114.
Agonokwi-Mahagoni 1483, 1487.
Agrostemma githago 1820.
Agrostemmasaponin 1820.
Agrostemmasäure 1803, 1820.
Agrostis 2045.
Agua Pé 448.
Aguardiente de mezcal 2057.
Aguaribay 1245.
Aguay 1268.
Ägyptischer Feigenbaum 1218.
Ahlkirschenholz 1409.
Ahornbaumholz **1518**.
Ahornblätter 2057.

Ahorn, eschenblättriger **1520**.
— gemeiner 1521.
— großblättriger 1248.
— -holz 1248, 1518.
— rotblütiger 2101.
— roter 1247.
— spitzblättriger **1521**.
— weißer 1247, 1521, 1522.
Ahornzucker (2050), **2101**.
Ai 317.
Aich 238.
Ailanto 1464.
Ailanthus glandulosa 855, 906, (1239), 1464.
— malabarica 1239.
Aiouea brasiliensis 1225.
— tenella 1225.
Aipi 1981.
Aipim 1981.
Aizoaceae (Alkal.) 36.
— (Saponine) 1820.
— (Wachse) 2013.
Aj har 1260.
Ajowanöl 73.
Ajubo 1225.
Ak 478.
Aka 1206.
Akäba 1231.
Akagashi 1216.
Akakatechin 836.
Akalbir 373.
Akalyphin 46.
Akamatsu 1206.
Akaroa 471.
Akaroid (Löslichkeit) 1099.
Akaroidharz, gelbes **1030**.
— rotes **1030**.
Akaroidharze **1029**.
Akashide 1213.
Akata 1253.
Akazie, falsche 1446.
— (Blätter) 257.
— (Blüten) 263.
Akaziengummi 994.
— -holz 1332.
— -öle 756.
— -rinden 877.
Akee 1249.
Akeeöl 785.
Akibaum 1264.
Akiko 1245.
Akka 49.
Ak-Muddar 586.
Ako 1218.
Akoko 1254.
Akon 478, 512, 520.
Akonwachs 2014.
Akouibia 1259.
Akpakossa 1276.
Akunda 520.
Al 238, 239.
Alalekay 860.
Alang 438.
Alang-Alanggras 896.
Alangium Lamarckii 1267.
— vitiense 1267.
Alant, echter 2055.
Alaria esculenta 1856, 1902.
— Pylaii 1856.
Albardine 437, 638.
Albero di acajou 1474.
Albizzia amara 989, 1229.
— anthelminthica 1821.
— basaltica 1229.
— Brownii 1229.
— fastigiata 989, 1229.
— julibrissin 1229.
— lebbek 852, 989, 1078, 1229, 1327, 1411, 1821.
— lophantha 852.
— moluccana 460, 669.
— montana 1228.
— odoratissima 852, 1229.
— procera 460, 989, 1229.
— saponaria 854, 1821.
— spez. 1327.
— stipulata 990, 1229.
— Welwitschii (1229), 1410.
Albumin 190, 193, 194, 197.
Albumine, giftige 198.
Albuminoide 190.
Albuminosen 191.
Albumosen 191.
Alcana root 244.
Alcanna cappadocica 246.
— Matthioli 246.
— tinctoria 244.
Alcea rosea 1888.
Alchornea villosa 464.
Alcocks Fichte 1206, 1290.
Alcornoque 1364.
Aldehyde in äther. Ölen 61.
Alder 1336.
Aldina insignis 1959.
Alectorolophus minor 317.
Alectryon excelsus 785, 1249.
Aleppische Gallen 951.
Aleppogallen 950.
— -galls 950.
— -kiefer 866, 1205.
— pine 1205.
Aletris guineensis 451.
— nervosa 451.
Alerzenholz **1303**.
Aleurites cordata 741.
— Fordii 741, 752.
— laccifera 384.
— moluccana 751, 1244.
— montana 741, 752.
— triloba 751, 855, 886.
Aleuritinsäure 1056.
Aleuronat 195.
Alexandrisches Lorbeerholz **1533**.
Alfa 638.
Alfalfa 51, 2007.
Alfafasaponin 1827.
Alga amylacea 1849.
— carrageen 1846.
Algaroba 308, 854.
— glandulosa 990.
Algarobilla 1231.
— (Gerbstoffgehalt) 819.
Algarobillagerbstoff 831.
Algarobilli 308, 854.
Algarobillo 852, 854, 935.
Algarobito 935.
Algarrobe blanco 1231.
Algarrobin 371.
Algarrobo negro 1231.
Alga spinosa 1850.
— vitrariorum 436.
Algeneiweiß 197.
Algin 1855.
Alginoid-Alkaloide 1855.
Alginoide 1855.
Alginsäure 1855.
Algodon de seda 520.
Alhagi camelorum 2049, 2061.
Alhagimanna 2041, 2061.
Alhagi maurorum 2049, 2061.
Alhenna 244.
Al-hennah 243.
Aligna Mahagoni 1483, 1486.
Alikantetraube 2067.
Alinandra lamponga 1823.
Alisier blanc 1227.
Alisma plantago 1955.
Alismataceae (Stärke) 1955.
Aliso 1213.
Alizari 230.
Alizarin 230, **233**, 236.
Alizaringelb 307.
Alizarinmethyläther 236.
Alizarinmonomethyläther **239**.
Alkalialbuminate 191.
Alkaloide **28**.
— in Hölzern 1196.
Alkanet 244.
Alkanna 243.
Alkannarot 244.
Alkannasäure 244.
Alkannin 223, 244.
Al-kenna 243.
Alkermes 382.
Alkohol 79.
Alkohole in äther. Ölen 61.
Alkornin 114.
Alkornol 114.
Alkornorinde 114.
Allamanda verticillata 319.
Allanblackiafette 739.
Allanblackia floribunda 739.
— Sacleuxii 739.
— Stuhlmanni 739, 1257.
Allantoin 51.

Alleanthus zeylanicus 458.
Alleghanynessel 456.
Alligatorapfel 1223.
Alligator bark 474.
— juniper 1209.
— wood 1403.
Allium cepa 269.
— Macleanii 1897.
Allobetulin 1040.
Allophylus africanus 1248.
— occidentalis 1248.
— racemosus 785.
Allosaccharomyceten 1108, 1109.
Allouchier 1227.
Allylsenföl 788.
Allylzyanid 97.
Almeidinakautschuk 1717.
Almendrillo 1228.
Almendron 1228, 1268.
Almond wood 1388.
Almonlauan 1258.
Alnus cordifolia 849.
– ferruginea 1213.
– glauca 849.
– glutinosa 451, 667, 839, 849, 868, (1213), 1335.
— incana 449, 868, (1213), 1336.
– japonica 849.
lanuginosa 1336.
— maritima 849.
– nepalensis 1213.
— nigra 1335.
– nitida 454, 1213.
– pubescens 1336.
— rotundifolia 454, 1335.
– rubra 454, 669.
– viridis 849.
Alocasia indica var. typica 1957.
— odora 1957.
Aloe 114, 241.
— abyssinica 242.
— angustifolia 449.
— arborescens 241.
— barbadensis 449.
— barberae 242.
— capensis 242.
— chinensis 242.
— creole 625.
— curaçao 242.
— dichotoma 449.
– -Emodin 114, 240, 241, 242.
-faser **631**.
— ferox 114, 241.
— indica 449.
linguaeformis 241.
— lucida 114, 241, 891.
— Lugardiana 449.
— malgache 625.
Aloe perfoliata 449, 625, 632.
— Perryi 241.
— socotrina 241.
— spicata 241.
— stratula 242.
— succotrina 891.
Aloetinsäure 242.
Aloe vera 449.
— vulgaris 241.
Aloewood 1273.
Aloin 114, 222, 242, 2033.
Aloinose 114.
Aloo 1973.
Alpen-Steineiche 1203.
Alphitonia excelsa 1250.
Alpine fir 1207.
Alpinia calcarata 262.
— crocydocalyx 453.
— galanga 262.
— hemisphaerica 453.
— malacensis 262.
— mutans 262.
— nutans 453.
— officinarum 262.
— zingiberina 262.
Alsidium helminthochorton 1857.
Alsinoideae (Bitterst.) 169.
Alsophila glauca 434.
— lurida 434.
Alstonia angustiloba 1742.
— congensis (1272), 1576, 1742.
— constricta 50, 1742.
— costulata 1746.
— Dürkheimiana 1742.
— eximia 1742.
— grandifolia 1742.
— plumosa 1742.
— var. villosa 1742.
— polyphylla 1742.
— scholaris 50, 319, 1272, 1594, 1742, 1798.
— spectabilis 50, 1272.
Alstonin 50.
Alstroemeria pallida 1958.
Althaea armeniaca 469.
— cannabina 469.
— carbonensis 469, 1886.
— officinalis 469, 1884.
— rosea 253, 469, 663, 1886, 1888, 1892.
Althaeaschleim, Hydrolyse 1839.
Althaein 1886, 1889.
Althaeinchlorid 253.
Altholzrinde 870.
Altingia excelsa 1086, 1226.
Altissima 2107.
Alúbaum 1241.
Alupag 1248.
Alva marina 436.
Alyxia stellata 2018.
Alyxiria stellata 1806.
Amaga 1565.
Amajouva 1225.
Amamta muscaria 1803.
Amandelboom 1219.
Amandin 195.
Amanita muscaria 33, 34, 776.
Amanitin 33.
Amanoa guianensis 1243, 1379.
Amanori 1856.
Amapála 1399.
Amarantaceae (Fette) 714.
— (Saponine) 1820.
Amarantholz 371, **1419**.
Amarantrot 378.
Amarantus oleraceus 1820.
Amargosin 115.
Amarilla yema de Huore 1508, 1509.
— — de Luevo 1508, 1509.
Amaryllidaceae (Alkaloide) 35.
— (Fas.) 602.
— (Stärke) 1957.
Amaryllin 35.
Amaryllis belladonna 35.
Amarillo indio 304.
Amarythrin 340.
Ambaiba 1219.
Ambal 1243.
Ambaree 578.
Ambatsch 1235, **1593**.
Ambauva brava 1219.
— de vinho 1219.
— mirim de vinho 1219.
Ambelanda acida 1736.
Amberbaum, amerikanischer 1403.
Amberholz **1403**.
Amboinakino 855, 890.
Ambrosia artemisifolia 115.
— -bitterstoff 115.
— trifida 480.
Ambug 1219.
Amburana Claudii 1237.
Amdali 1246.
Ameisensäure 1801.
Ameixero 1221.
Amelanchier canadensis 1227.
Amelia tingens 246.
Amenitin 40.
American alder 1336.
— boxwood 1509.
— elm 1371.
— holly 1246.
— jute 469.
— larch 1204.
Amerikanische Aspe 1211.
— Buche 1214.
— Edelkastanie 1213.
— Hainbuche 1213.
— hohe Kastanie 1213.
— Konzentrationen 160.

Amerikanische Linde 1252.
— Mahagonihölzer **1473**.
— Schwarzlinde 1528.
— Ulme 1216.
— Weißbuche 1213.
— Zitterpappel 1211.
Amerikanischer Amberbaum 1403.
Amhinga 447.
Amidocapronsäure 1802.
Amidobernsteinsäure 1802.
Amidon 1913.
— de Yucca 1982.
Aminozucker 2046.
Amlabaum 1243.
Amluk 1270.
Ammoniacum amygdaloides 1033.
Ammoniakgummi **1032**.
Ammoniakum **1032**.
— (Löslichkeit) 1099.
Ammophila arennaria 438.
Amomum curcuma 226.
— hemisphaericum 453.
— latifolium 846.
— magnificum 453.
Amoora cucullata 1242.
— -Öl 756.
— rohituca 756.
— spectabilis 1242.
— Wallichii 1242.
Amoreira de espinho 1217.
Amorpha fructicosa 317.
Amorphophallus campanulatus 1957.
— giganteus 447.
— konjak 1957.
— rivieri 1957.
— sativus 1956.
Ampas 437.
Ampelodesmos tenax 437, 638, 662.
Ampelopsidinchlorid 253.
Ampelopsis hederacea 242, 799, 891, 1807.
— quinquefolia 253, 799.
Amphak 602.
Amra 992.
Amrad 1004.
Amurweinrebe 2067.
Amygdalase 204.
Amygdaleae (Gummi) 1010.
Amygdaleengummi **1010**.
Amygdalin 77, 204, 1804.
Amygdalose 204.
Amygdalus 195.
— communis 204, 754, 988.
— leiocladus 988, 1011.
— psartioides 988, 1011.
— persica 779.
Amylalkohol 79, 93.
Amylasen 201.
— in Gummi 983.
Amylketon 87, 102.
Amyloamylosen 1950.
Amylobiose 1952, 2038.
Amylodextrin 1947, 1949, 1950.
Amylodextrinsäuren 1950.
Amylodextrinstärke 1848.
Amyloform 1944.
Amyloid 1169.
Amylojodoform 1944.
Amylomyces 1110.
— (Enzyme) 201.
— Rouxii 202.
Amylopektin 1935.
Amyloplasten 1916.
Amylose 1935.
Amylotriose 1953, 2040.
Amylum 1913.
Amyrin 1047.
Amyrinester 1017.
Amyris ambrosiana 1045.
— balsamifera 95, 1238, 1540.
— guayanensis 1045.
— hexandra 1040.
— papyrifera 1040, 1097.
— Plumieri 1045.
Anabsinthin 112.
Anacamptis pyramidalis 1896.
Anacardiaceae (Alkaloide) 46.
— (Bitterst.) 141, 148, 172.
— (Farbst.) 263, 264, 283, 305.
— (Fas.) 464.
— (Fette) 714.
— (Gallen) 959, 960, 961.
— (Gerbst.) 830, 856, 893, 899, 902, 906.
— (Gummi) 991, 1009.
— (Harze) 1032, 1074.
— (Hölzer) 1244, 1375, 1453, 1474, 1479, 1511, 1512, 1513, 1539.
— (Stärke) 1960.
— (Zucker) 2050.
Anacardiaceenharze **1032**.
Anacardium humile 992.
— nanum 992.
— occidentale 714, 991, 1009, 1245.
— rhinocarpus 464, 1474, 1479.
Anacyclus pyrethrum 162.
Anagallis arvensis 1821.
— coerulea 1821.
Anagyrin 42.
Anagyris foetida 42.
Anakardiumgummi 1009.
Anan 1272.
Ananas 2056.
— ananas 447, 632.
— bracteatus 447, 633.
— -Erdbeere 2049.
Ananas-Faser **632**.
— macrodontes 447, 633.
Ananassa sagenaria 447.
— sativa 447, 632.
Ananas sativus 447, **632**, 2056.
Anang 1565.
Anani 1058.
Anamirta cocculus 38, 158.
— paniculata 38, 126.
Anamirtin 115, 126.
Anatherum muricatum 439.
Anatta 367.
Anatto 367.
Anchusa officinalis 51, 245.
Anchusasäure 244.
Anchusarot 244.
Anchusa tinctoria 244.
Anchusin 244.
Ancistrophyllum secundiflorum 1210.
Ancoumea Kleineana (1240).
Andaman bullet wood 1269.
— marble wood 1270.
Andamanen-Ebenholz **1568**.
— -Padouk 1236.
— -Rotholz 1320.
— -Zebraholz 1568.
Andira acuminata 1443.
— anthelminthica 115.
— anthelmia 1448.
— araroba 242.
— Aubietii 1444.
— excelsa 1447.
— grandiflora 1443.
— inermis 115, (1237), 1443.
— vermifuga 1448.
Andirin 115.
Andirobaöl 755.
Andricus cerri 957.
— circulans 956.
Andrographid 115.
Andrographis paniculata 115, 862.
Andromeda arborea 861.
— japonica 115.
— Mariana 2059.
— polyfolia 659, 861.
Andromedotoxin 115.
Andropogon arundinaceus 352.
— auctus 439.
— contortus 440.
Andropogonaceae (Fas.) 662.
Andropogon glabra 439.
— gryllus 439.
— halepensis 439.
— intermedius 439.
— iwarancusa 439.
— muricatus 439.
— nardus 439.
— rufus 439.
— saccharatum 353.
— sorghum 352, 439.

Andropogon sorghum var. saccharatus 2085.
— squarrosus 174, 439.
— var. saccharatus 2056.
— zizanoides 439.
Anduli 1270.
Andys 1209.
Anemene 1233.
Anemone nemorosa 1804.
Anemoninsäure 1802.
Anemonsäure 1802.
Anethol 75, 97.
Anethum graveolens 799.
Angado Mastiche 993.
Angan 1270.
Angelica 1803.
— officinalis 74.
Angelikaöl 74.
Angelikasäure 144, 1802.
Angelim 1443.
— amargoso 1444.
— de pedra 1444.
— vermelho 1444.
— verzea 1444.
Angelique 1233.
Angeliqueholz 1233.
Angica vermelho 1231.
Angico 1231.
Angicoholz 1228, 1231.
Angiko 1073.
Angiospermae (Saponine) 1818.
Angolaerbsenöl 775.
Angolaholz 350, 1427.
Angolakopale 1068.
Angolakopal (Löslichkeit) 1100.
Angongi 1417.
Angophora cordifolia 890.
— intermedia 860, 890.
— lanceolata 860, 890.
— subvelutina 890.
— Woodsiana 860, 890
Angosturarinde 45, 115.
— falsche 48.
Angosturin 115.
Angraecum fragrans 1806.
Angsanabaum 1236.
Anhalamin 47.
Anhalin 34, 47.
Anhalonidin 47.
Anhalonin 47.
Angso 1740.
Anhalonium fissuratum 34, 47.
— Jourdanianum 47.
— Lewinii 47.
— Williamsii 47.
Anhydroeuxanthinsäure 305.
Aniba perutilis 1225.
Anibony 1210.
Anil 315.
Anime (Löslichkeit) 1099.
— westind. 1086.
Aninga 447.
Aninguéri 1269.
Anis 75.
Anisaldehyd 75, 85, 97.
Anisketon 75, 97.
Anisöl 75.
Anisophyllea cabole 1262.
— zeylanica 1262.
Anisoptera melanoxylon 1259.
Anissamenöl 799.
Anissäure 75, 97.
Anjili 1218.
Anjir 1219.
Ankent 1310.
Annatto 367.
Anoda cristata 469.
— gaha 468.
— hastata 469.
— lavaterioides 469.
Anodendron-Bitterstoff 116.
— coriaceum 477.
— moluccanum 477.
— paniculatum 477.
— tenuiflorum 477.
Anogeissus accuminata 1263.
— leiocarpa 1262.
— latifolia 993, 1004, 1005, 1263.
Anomalus 1119.
Anoma squamosa 384.
Anomori-Todomatsu 1207.
Anona avatiku 715.
Anonaceae (äther. Öle) 73, 101.
— (Farbst.) 337.
— (Fas.) 459.
— (Fette) 715.
— (Gerbst.) 851.
— (Hölzer) 1222, 1392, 1393, 1395, 1595.
— (Kork) 1798.
— (Zucker) 2047.
Anona cherimolia 2047.
— colorado 459.
— de Castilla 459.
— globifera 459.
— muriata 1595.
— muriatica 851.
— muricata 459, 1223, 2047.
— obtusiflora 715.
palustris 459, 715, 1223, 1595, 1798.
— reticula 2047.
— reticulata 459, 715, 1223.
— squamosa 459, 715, 1223, 2047.
Anotta 367.
Anotto 367.
Ante 1008.
Anthemidin 141.
Anthemin 141.
Anthemis arvensis 141.
Anthemis nobilis 141, 257, 1802, 1803, 1805.
— pyrethrum 162.
Anthemissäure 141.
Anthericum ossifragum 151.
Anthistiria arundinacea 439.
— gigantea 439.
— vulgaris 439.
Anthistria 662.
Anthochlor 250.
Anthocephalus cadamba 1276.
Anthocyane 222, 249.
Anthocyanidinchlorid 254.
Anthocyanidine 251.
Anthocyaninchlorid 254.
Anthomyces 1110.
Anthopheein 222.
Anthoxanthum odoratum 1804, 1806.
Anthragalloldimethyläther 236.
Anthranilsäuremethylester 81, 90, 94, 101.
Anthriscus cerefolium 799.
— vulgaris 207.
Anthurium scandens 447.
Anthyllis vulneraria 196, 775.
Antiaris africana 1218.
— innoxia 455.
— saccidora 455.
— toxicaria 455.
Anti-Beriberi-Vitamin 2000.
Antibolin 1117.
Antidesma alexiterium 464.
Antilleneiche 862.
Antillen-Korkholzbaum 467.
Antipolo 1218.
Antirachitikum 2001.
Antirrhinum majus 260.
Antiskorbutin 2003.
Antisoptera glabra 1258.
Antrocaryon Klaineanum 1245.
Antropogon muriaticus 174
Anubing 1218.
Aocassia macrorrhiza 1957.
Aomer 1210.
Aokiba 1267.
Aouámé 1269.
Aouaraöl 773.
Aouin 457.
Apa 1232.
Apeiba aspera 465, 1251.
— australis 1251.
— glabra 465, 1251.
— -Öl 798.
— petoumo 465.
— tibourbou 465, 798, 1251.
Apéstärke 1957.
Apfel 1803.
— (Vitam.) 2007.
Apfelbaum 2048.
Apfelbaumholz, wildes **1406**.
Apfeljambuse 2052.

Apfelsamenöl 780.
Apfelsäure 1802.
Apfelsine 2083.
— (Vitam.) 2007.
Apfelsinenbaum 45.
Apfelsinenkerne (Bitterst.) 146.
Apfelsinensamenöl 716.
Aphanamixis rohituka 1242.
— -Bitterstoff 116.
— grandifolia 116.
Aphananthe aspera 137, 1219.
— philippinensis 1219, 1392.
Aphania 1248
Aphiden 959.
Aphis chinensis 961.
Aphrodaescin 1823.
Api-Api 1274.
Apigenin 252, 257.
Apigeninmonomethyläther 257.
Apiin 257, 2038.
Apios tuberosa 463, 1959.
Apiose 2038.
Apiosporium 2057.
Apitong 1257.
Apium graveolens 799.
— petroselinum 257.
Apiy 1219.
Aploia theiformis 858.
Aploneura lentisci 959.
Apoatropin 51.
Apocynaceae (Alkaloide) 49.
— (Bitterst.) 113, 116, 123, 152, 153, 160, 170.
— (Farbst.) 319.
— (Fas.) 476, 518, 522.
— (Fette) 715.
— (Gerbst.) 862, 893.
— (Hölzer) 1272, 1386, 1387, 1508, 1509, 1576, 1577, 1594.
— (Kautsch.) 1792.
— (Kork) 1798.
Apocynamarin 116.
Apocyntein 116.
Apocynum androsaemifolium 116, 477, 1742.
— cannabinum 476, 1743.
— frutescens 477.
— indicum 477.
— sibiricum 470, 476, 477.
— venetum 116, 477.
Apodytes dimidiata 1247.
Apomorphin 40.
Aponogetonaceae (Stärke) 1954.
Aponogeton Bernerianus 1954.
— distachys 1954.
— elongatus 1954.
— fenestralis 1954.
— Heudelotti 1954.
— monostachys 1954.
— antans 1954.
Aporetin 116.
Aporhein 39, 4.
Aporosa dioica 1243, 1442.
— Lindleyana 1243.
Aprikosenbaumholz 1408.
— -gummi 988, 1011.
— -jambuse 2052.
— -kerne 77.
— -kernöl 716.
Aprikose, südamerikanische 2051.
— von St. Domingo 1257.
Aptâ 589.
Aquacato 2047.
Aqua miel 2057.
Aquifoliaceae (Alkaloide) 46.
— (Bitterst.) 139, 162.
— (Gerbst.) 857.
— (Hölzer) 1246, 1515.
Aquilaria agallochum 1260.
— malaccensis 475, 1260.
Aquilegia vulgaris 1805.
Aquiles 569.
Araban 2033.
Arabangalaktangummisäuren 978.
Arabidaea chica 255.
Arabin 975, 979.
Arabingummisäure 975.
Arabinose 980, 2033.
Arabutan 1422.
Arabutus unedo 2053.
Araceae (äther. Öle) 73, 82.
— (Bitterst.) 113.
— (Fas.) 447.
— (Saponine) 1818.
— (Stärke) 1956.
Arachin 43, 1803.
Arachinsäure 732.
Arachis hypogaea 33, 462, 731, 1803, 1807, 2006.
Arachisöl 731.
Arakpa 1237.
Araliaceae 993, 1823.
— (Bitterst.) 155.
— (Fas.) 476.
— (Harze) 1032.
— (Hölzer) 1266, 1507.
— (Wachse) 2013.
Aralia cordata 47.
— -mark 673.
— montana 1823.
— papyrifera 476, 673.
— spinosa 1823.
Aralin 1823.
Arame 197.
Aramo 1228.
Arargé 1204.
Arariba 1236, 1442, 1609.
Araribe rubra 55.
Araroba 242, 1236, 1442.
Ararobinol 242.
Araruta 1976.
Araticu cortica 459.
Araticú do Brejo 1223.
Araucaria Bidwilli 1204, 1284.
— brasiliana 1032, 1204.
— chilenische 1204.
— excelsa 1032, 1204.
— -harze 1032.
— imbricata 1204.
— intermedia 1032.
Araujia sericifera 478.
Arayane 255.
Arbo del Ajo 1273.
Arbol de Agi 1222
— del Pan 455, 1218.
— madre 1237.
— de Ulle 1218.
— vitae 1305.
Arbre à cotton 1253.
— à l'oselle 861.
— à singes 1219.
— de Judée 1421.
Arbutin 154.
Arbutus Menziesii 1267.
— unedo 732, 861.
— uva ursi 173, 268.
Arcadiavalonen 913.
Arcangelisia lemniscata 39.
Arceta 1248.
Archil 342.
Arctium lappa 745.
— majus 2055.
Arctostaphylos officinalis 268, 308.
— pungens 1267.
— uva ursi 173, 268, 308, 861, 906.
Arduina carandas 1272.
— spinarum 1272.
Areca catechu 34, 446, 834, 846, 896, 1210.
Arecaidin 34.
Areca oleracea 1956.
Arecolin 34.
Arekakatechu 834.
Arekanüsse 846.
Arenaria serpyllifolia 1820.
Arenfaser 445.
Arenga saccharifera 445, 646, 649, 1210, 1311, (1955), 1968, (2056), 2102.
Arenosa 2016.
Arenvezel 646.
Argan 1268.
Argania sideroxylon 787, 1268.
Argemone mexicana 337, 775.
Arghan 448.
Arghanfaser 633.
Argyräscetin 142.
Argyrescin 142, 1823.
Aribin 55.

Aricachina 55.
Aricin 53.
Aricurana 1244.
Arisaema triphyllum 1956.
— pentaphyllum 1956.
Aristolochia argentina 36.
Aristolochiaceae (Alkaloide) 36.
— (Bitterst.) 116, 128.
Aristolochia clematitis 36, 116.
— cymbifera 116, 126.
— grandiflora 116.
— longa 36, 116.
— rotunda 36, 116.
-säure 116.
— serpentaria 117.
Aristolochin 36, 116.
Aristotelia maqui 1251.
Arjan 1262.
Armeniaca vulgaris 988.
Armillaria 2006.
Arnatto 367.
Arnebia thibetana 246.
— tinctoria 246.
Arnica montana 117, 1805.
Arnicin 117.
Arnotta 367.
Arnotto 367.
Aroba 1228.
Aroeira 1246.
— do compo 1246.
— do Matto 1245.
Aroideae 1804.
Arom 1259.
Aromadendral 79.
Aromadendrin 834.
Aromadendron elegans 1221.
Aromo 1230.
Arorate 1742.
Arouma 453.
Arrowroot 1954, 1956, 1958, 1959.
— brasilianisches 1983.
— japanisches 1957.
— ostindisches **1978**.
— von Costarica 1957.
— von Florida 1954.
— von Guayana 1973.
— von Japan 1960.
— von Portland 1956.
— von Queensland 1954, **1978**.
— von Tahiti 1972.
— westindisches (1958), **1976**.
Artabotrys suaveolens 459.
— zeylanicus 459.
Artemisia abrotanum 56.
— absinthium 100, 112, 1803, 1804.
— brevifolia 165.
— -bitterstoff 117.
— maritima 117, 165.
— mexicana 165.
Artemisia moxa 481.
— neo-mexicana 165.
Artemisin 117.
Arthonia decussata 1806.
Arthrothamnus bifidus 1902.
Artischoken 207, 208, 2055.
Arthonia impolita 1806.
Artocarpus Blumei 455.
— chaplasha 1705.
cumingiana 1218.
communis 455, 1218.
hirsuta 455, 1218.
— incisa 205, 455, 1218, 1705, (1959).
integrifolia 247, 280, 455, 849, 1218, 1499, 1705, 1959.
incisa 1979.
— lacoocha 456, 849.
lanceaefolia 1218.
— nobilis 800.
Aru 988.
Arruda 447.
Arum esculentum (1956), **1971**.
— italicum 1818, 1956.
— liniferum 447.
— macrorrhizum 1957.
— maculatum 203, 1805, 1818, 1956.
— pentaphyllum 1956.
Arundinaria falcata 438.
— gigantea 438.
— intermedia 438.
— macrosperma 438, 662.
— Prainii 438.
— racemosa 438.
— spathiflora 1209.
— tecta 438, 662.
— Wrightiana 438.
Arundo arenaria 438.
— bambos 436.
— donax 438.
— madagascarensis 438.
— phragmites 438.
Arve 1205, 1297.
Asa dulcis 1038.
— foetida **1034**, 1803.
— foetida (Löslichkeit) 1099.
Asagara 1270.
Asa Gidi 1244.
Asagraea off. 35.
Asa Kusa mori 197.
Asakusanori 1856.
Asame Tsuge 1507.
Asan 1262.
Asanaro 1304.
Asant **1034**.
Asaron 82.
Asarylaldehyd 82.
Asbarg 277.
Ascaridol 100, 101.
Asche der Hölzer 1184.
Asclepiadaceae (Alkaloide) 50.
— (Bitterst.) 117, 150.
— (Farbst.) 318.
— (Fas.) 477, 518, 585.
— (Hölzer) 1273.
— (Kautsch.) 1760.
— (Labenzyme) 207.
— (Öle) 716.
— (Saponine) 1825.
Asclepias annularis 478.
— asthmatica 478.
— cornuti 478, 518, 1760.
— curassavica 478, 519.
— galioides 1760.
— geminata 2037.
— gigantea 117, 477, 520, 586.
— incarnata 519, 1760.
— mexicana 1760.
Asclepiassäure 1825.
Asclepias speciosa 1760.
— spinosa 478.
— stellifera 1760.
— subulata 1760.
— Sullivantii 1760.
— syriaca 117, 478, 518, 1760.
— tenacissima 478.
— tinctoria 316, 318, 319.
— tingens 316, 319.
— volubilis 478.
Asclepion 117.
Ascomyceten 1108.
Äsculinsäure 142.
Asebotoxin 115.
Ash-leaved maple 1521.
Asiatisches Gelbholz 1235.
— Seidenholz **1458**.
Asimina triloba 459.
Asok 1222.
Asoroa 1489.
Asparaginsäure 1802.
Asparagus 1802.
— officinalis 169, 450, 752.
Aspe 453, 1324, 1325.
— amerikanische 1211, 1325.
Aspen 1211.
— leaf 1211.
Aspergillus 1808.
— (Enzyme) 201.
— fumaricus 1807.
— gallomyces 201.
— luchuensis 202.
— niger 201, 206.
— oryzae 201, 202, 208, 1110.
— perniciosus 202.
Asperifoliaceae (Farbst.) 244.
Asphodeloïdeae (Farbst.) 241.
— (Harze) 1029.
Asphodelus albus 1018, 2056.
— fistulosus 1018, 2056.
— Kotschyana 2056.
— microcarpus 1018.
— ramosus 1018.

Asperula odorata 236, 1806.
— tinctoria 236.
Aspidium athamanticum 155.
— filix mas 134, 798.
— marginale 845.
— -Öl 798.
— rigidum 134, 845.
— spinulosum 798.
Aspidosamin 50.
Aspidosperma, diverse 50.
— eburneum 862.
— excelsum 1272.
— -holz, rotes 1515.
— -holz, weißes 1514.
— macrocarpon 1272.
— peroba 862, 1272.
— quebracho 893, 2037.
— quebracho blanco 49, 862, (1272).
— quebracho colorado 1513.
— sessiliflora 862.
— spec. 50.
Aspidospermatin 50.
Aspidosperma Vargasii (1272), 1508, 1509.
Aspidospermin 50.
Asporomyces 1109.
Assa 1466.
Assinée-Mahagoni 1484, 1487.
Assamin 1822.
Assamsäure 1822.
Assamteesamen 1822.
Assan 1380.
Assa peixe 457.
Assegai wood 1267.
Assomah 1244.
Assoréholz 1241.
Assoré Mahagoni 1484, 1487.
Astelia Banksii 450.
— Solandri 450.
— trinervia 450.
Aster chinensis 253.
Asterinchlorid 253.
Astragalus adscendens 1871, 2049.
— brachycalyx 1871.
— campestris 196.
— chartostegius 1874.
— creticus 1875, 1871.
— cylleneus 1877, 1786.
— eriostylus 1871.
— florulentus 2049.
— frigidus 196.
— glycyphyllus 1807.
— gummifer 1871.
— heratensis 1871, 1877.
— kurdicus 1871.
— leioclados 1871.
— microcephalus 1871.
— Parnassii 1871.
Astragalus pycnoclades 1871.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— strobiliferus 1871, 1877.
— stromatodes 1871.
— verus 1871.
Astrocaryum acaule 446.
— agri 446.
— crispum 446.
— murumuru 446.
— tucuma 446.
— spec. 1310.
— vulgare 446, 773.
Astronia papetaria 859, 1266.
Astronium fraxinifolium 856, 1246.
— juglandifolium 1246.
— urundeuva 1246.
Ata-Ata 1565.
Atakotiro 862.
Atalantia missionis 1239.
— monophylla 1239.
Atalaya hemiglauca 1392.
Atappalme 2105.
Atata 1508.
Athamanta oreoselinum 118, 1803.
Athamantin 118.
Ätherische Öle **60**.
— botanisches 66.
— Ersatzstoffe 64.
— Gewinnung 63.
— Statistik 65.
— systemat. Übersicht 73.
Atherosperma moschatum 39. 1223.
Atherospermin 39.
Äthiophyllin 313.
Äthioporphyrin 313.
Äthylguajakol 83.
Äthylketon 87.
Athyrium filix 134.
Ati 1276.
Atisin 37.
Atlasbeerbaum 1406.
Atlasholz **1457**.
Atlaszeder 1204, 1292.
Atmungsstoff 2000.
Atocha 638.
Atori Mahagoni 1484.
Atractylis gummifera 993,1762.
Atranorin 341.
Atranorinsäure 341.
Atraphaxis cotoneaster 2047.
— spinosa 2047, 2061.
Atrarsäure 341.
Atropa belladonna 51, 52, 208, 795, 1804, 1808.
Atropamin 51.
Atropin 51.
— (Nachweis) 30.
Atroscin 51.
Attajam 1271.
Attalea brasiliensis 773.
— cohune 446, 773, 2056.
— excelsa 773.
— -fett 773.
— funifera 446, 643, 773.
— maripa 773.
— princeps 1211.
— speciosa 446, 1720.
— spectabilis 773.
Attalo 367.
Atta vanji 1276.
Attia 1388.
Attum 1271.
Atuij 1415.
Aucoumea Klaineana 1228, 1484, 1486, 1497.
Aucuba japonica 1267.
Augwam catee 1228.
Auhi 1273.
Aulanche 1270.
Auleh 1271.
Aulomyrcia-Bitterstoff 118.
— coriacea 859.
— ramulosa 118.
Aunlá 1243.
Aurantiaceenöle 716.
Aurantiamarin 118.
Auskleidungszellen 1147.
Australian boxwood 1511.
— lignum vitae 1454.
— mahogany 1317.
— mountain ash 1250.
— sandelwood 1220, 1385, 1386.
— white beech 1251.
Australische Kastanie 1324.
— Platane **1381**.
Australischer Sassafrasbaum 1223.
Australisches Hickory 1254.
— Bisamholz 1277.
— Mahagoni 1242, 1265, **1501**, 1549.
— Teakholz 1583.
Austrian pine 1205, 1295.
Auzerole 1520.
Avara Seringa 1732.
Aveané 1254.
Avena 2045.
— sativa 311, 737, 1955.
Avenin 193.
Avenya 1277.
Averrhoa carambola 1237,2008.
Avicennia officinalis 862, 1274.
— nitida 862.
— tomentosa 862.
Avignonkörner 271, 273.
Avocado 2008.
Avocato 2047.
Avornin 118.
Awamori-Getränk 202.

Awo-mori 197.
Awraw 1254.
Axim Mahagoni 1484, 1487.
Aydendron canella 1225.
— riparium 1225.
— tenellum 1225.
Ayin 1262.
Ayinre 1229.
Aynre ogo 1229.
Azadirachta indica 756, 1242.
Azadirachtin 118.
Azafran 353.
Azale 235.
Azarafan 360.
Azara microphylla 1259.
Azetaldehyd 83, 93.
Azeteugenol 90.
Azidzellulose 1170.
Azoite Cavallo 857.
Azolitmin 346.
Azongue vegetal 1218.
Azorella caespitosa 1097.
— gummifera 1097.
Azul 617.
Azulen 82, 92.
Azzal zitoun 2064.

B

Bab 442.
Baba 1957.
Babaljak 478.
Babar 442.
Babiana hypogaea 1958.
Bablah 853, 923.
Bablahgerbstoff 840.
Bablahhülsen 852.
Bacauan 1262.
Bacauan-gubat 1262.
Baccae spinae cervinae 275.
Bacillus asterosporus 535.
— Comesii 535.
— felsineus 535.
— macerans 1951.
— mesentericus 535.
— prodigiosus 223.
Bäckereihefe 1119.
Backöl 782, 799.
Baclo 1254.
Bacterium aceti 2070.
— coagulans 208.
— xylinum 2036.
Bactris gasipaes 774.
— granatensis 1955.
— inundata 447.
— minor 774.
— Plumeriana 774.
— setosa 446.
— speciosa 1807, 1956.
— tomentosa 446.
— utilis 1310.
Bacurybaumholz **1534**.
Badamierrinde 860, 886.
Badenwurzel 911.
Badshasalep 1897.
Bagasse 437.
Bagu 435.
Bahamaholz 288.
Bahama lignum vitae 1452.
— -rotholz 289.
— -pockholz 1453.
Bahari 1273.
Bahia 1276.
— -holz 288.
— -Piassave 643, 644.
— -rosenholz 1438.
— -rotholz 288, 1426.
Bahul 1230.
Bahula 923.
Baibya 1257.
Baillonea toxisperma 785.
Bainha de Espada 1218, 1233.
Bairus dale grey box 1509.
Baissea gracillima 1743.
Baitoa 1508.
Bajuvarin 1117.
Bakabiringue-Mahagoni 1484, 1487.
Bakam 1426.
Bakan Hak 1208, 1304.
Bakacz 1955.
Bakal 1268.
Bakalao 1248.
Bakapu 1426.
Bakbaboi 1229.
Baken-Cutch 880.
Bakmi 1276.
Bakterienfett 717.
Bakteriochlorin 221.
Bakterioviridin 221.
Bala 470, 1975.
Balacbaccan-Mahagoni 1474.
Balai 1561.
Balamtalg 786.
Balangeran 1258.
Balanites aegyptiaca 800, 1240.
— Roxburghii 1823.
Balanophoraceae (Bittert.) 168.
— (Wachse) 2013.
Balantium culcita 434.
Balao 1257.
Balata 1647.
— -baum 1268.
— blanc 1272.
— chemische Zusammensetzung 1685.
— Geschichte 1652.
— Gewinnung 1671.
— Handelsstatistik 1704.
— (Holz) 1319.
— indien 1268.
— Kohlenwasserstoffe 1676.
— liefernde Pflanzen **1705**.
— physikalische Eigenschaften 1679.
Balata rouge 1268.
Balayong 1233.
Bald cypress 1300.
Baldriansäure 1803.
Baldrianwurzel 1803.
Baliospermum montanum 733.
Balisier 452.
Ballota lanata 158.
Balluk 1264.
Balm cotton wood 1326.
— of Gilead 1211.
Baloen adock-Holz 1222.
Baloghia Planckeri 856.
— sp. 856.
Balonophora elongata 2013.
Balsaholz **1529**, 1592.
Balsam 1211.
— Capivi 1062.
— cotton wood 1323.
Balsame **1023**.
— allgemeines 1023.
— in Hölzern 1193.
— Isolierung 1028.
— Löslichkeitstabelle 1098.
— Untersuchung 1028.
Balsamgehalt von Koniferen 1088.
Balsaminaceae (Hölzer) 1470.
— (Öle) 717.
Balsamo 1234, 1245.
Balsamocarpon 308, 854.
— brevifolium 831, 935.
Balsamo de concolito 1096.
Balsamodendron 289.
— abyssinicum 1041.
— africanum 1040.
— erythraeum 1079.
— gileadense 1077.
— kataf 1079.
— mukul 1041.
— Playfairii 1041.
— Roxburghii 1041.
— socratanum 1040.
Balsam of Peru 1080.
— of Tolu 1096.
— -pappel 256, 1211, 1323.
— poplar 1323.
— -tanne, westamerik. 1207.
Balsamtree 1207.
Balsamum canadense 1062.
— copaivae 1062.
— dipterocarpi 1057.
— Garjanae 1057.
— indicum nigrum 1080.
— Mariae 1534.
— styrax liquidus 1085.
— tolutanum 1096.
Balsam wood 1323.
Balsa wood 1529.
Baltimore oak 1347.
Baltimorerot 378.
Bamboo 1209.

Bambool 923.
Bambupalme 444, 2056.
Bambusa arundinacea 436, 672, 1209.
— balcooa 1209.
— spinosa 1209.
— stricta 2061.
— tulda 1209.
Bambuspapiere 672.
Banaba 1260.
Banane **2078**.
— chinesische 1975.
— (Vitam.) 2007.
Bananenfaser 618.
— -kultur 2079.
— -mehl 2080.
— -stärke (1958), **1975**.
Bananina 1975.
Banarish 1270.
Bancal bulala 1276.
Bancouillier 752.
Banculier 886.
Bandaka 467.
Bandakai fibre 467.
Bandala 620.
Bandara 1260.
Bandweide 1321.
Banga 444.
Bangab 1562.
Bangalay 1264.
Bangholz 1376.
Bangkok-Teak 1581.
Bangley Cruk 890.
Banisteria nitrosiodora 463.
Bankalla 1254.
Bankesia abyssinica 143.
Banknor 1248.
Banksia 1220.
— integrifolia 1381.
— littoralis 1220.
— serrata 849, 885.
Bankskiefer 1205.
Bankul 886.
Bankulnußöl 752.
Ban-rhea 457.
Baobab 471, 1745.
Baphia Kirkii 1235.
— nitida 118, 224, 350, 351, (1235), 1427.
Baphiasäure 350.
Baphiin 118, 350.
Baphiinsäure 118.
Baphinitin 351.
Baptisia tinctoria 42, 318.
Baptitoxin 42.
Baquaques 1002.
Bará 1276.
Baragech 733.
Baraúna 1234.
Barba di Palo 651.
Barbados-Aloë 241, 2033.
Barbaloin 144, 242.
Barbaraea praecox 726.
Barbatimaô 854.
Barbatinsäure 342.
Barberry 336.
Barbitamaoschotengerbstoff 840.
Bardottier 1269.
Bärentraube 308.
— kalifornische 1267.
Barholz (1427).
Bark of Angelim 1237.
Bärlappsamenöl 752.
Barma 1282.
Barna 1226.
Barosch 902.
Baroskampfer 104.
Barren oak 1357.
— scrub oak 1355.
Barriguda 1726.
Barringtonia acutangula 860, 1261.
— alba 858.
— -holz 1261, **1541**.
— insignis 1823.
— racemosa 475, 747, 860.
— speciosa 747, 1261, 1541, 1823.
— spicata 475.
— Vriesei 1823.
Barringtonin 1823.
Barristergummi 990.
Barrueh 1218.
Barsino **1602**.
Bartu 1276.
Barungi 1215.
Barwood 347, 350, 1428, 1430, 1431.
Basanti 370.
Basella alba 1820.
Basellaceae (Saponine) 1820.
Basket elm 1372.
— oak 1214, 1349.
Basra locus 1233.
Bassanacantha spinosa 863.
Baßfaser 643.
Bass fibre 643.
Bassia 1806.
— butyracea 737.
— Curtisii 1734.
— djave 1824.
— lanuginosa 476.
— latifolia 753, 786, 1267, 1824.
— longifolia 758, 1267, 1824.
— Mottleyana 1734.
— -öl 758.
— Parkii 789.
— sericea 1824.
Bassorahgallen 953.
Bassorin 980.
Bassorinsäuren 975.
Basswood 1252, 1528.
Basswoodöl 797.
Bastard box 1264, 1509, 1511.
— brazil 1426.
— bullet wood 1237.
— cabbage 1237.
— cedar 1241, 1254, 1304.
— -Guajakholz 1470.
— -guajak 364, 1566.
— jarrah 1264.
— lignum vitae 1452.
— -mahagoni 1474, 1501.
— Nicarago 1426.
— mahogany 1264.
— Nicaragua wood 1426.
— rosewood 1242.
— -safran 353.
— saffron 353.
— -Sandelholz 1386.
— -Weide 1212.
Bastulme **1369**.
Batand ball 1226.
Batangali 1249.
Batardblauholz 854.
Batata de texoba 1957.
— rana 1706.
Batatas edulis 1985.
— paniculata 1961.
Batatenstärke (1960), **1985**.
Bataua 445.
Bataviadammar 1042.
Bati-boti-Baum 1736.
Batiputaöl 763.
Batokopflaume 1259.
Battassukernfett 773.
Batwi 1434.
Bauborla 1225.
Bauhiniabast 591.
Bauhinia acuminata 1233.
— anguina 461.
— candida 747.
— coccinea 460, 590.
— esculenta 747.
— lingua 461.
— macrostachys 460, 590.
— malabarica 461, 867.
— parviflora 460, 590.
— purpurea 460, 590, 1233.
— racemosa 460, **589**.
— reticulata 460, 590, 1745.
— sanguina 590.
— scandens 460, 590.
— splendens 460.
— tomentosa 460, 1233.
— Vahlii 461, 590, 855.
— variegata 747, 1233.
Baumbastpapier 679.
Baum der Reisenden 1211.
Baume de Copahu 1062.
— de Pérou 1080.
— de St. Salvador 1080.
— de Tolu 1096.

Baumflachs 450.
Baumhaar 651.
Baumhaselholz 1339.
Baumheideholz **1552**.
Baumier 1211.
Baumkopal 1065.
Baummalve 469.
Baummalvenblüten 1888.
Baumöl 765.
Baumwollbaum 1253, 1528.
Baumwollblütenfarbstoff 284.
Baumwolle **481**.
— (afrikanische) 510.
— (ägyptische) 510.
— (Arbeitseigenschaften) 509.
— (Aufbereitung) 485.
— (Ausbeute) 485.
— (Aussaat, Kultur) 484.
— (australische) 511.
— (Barthaare) 496.
— (chinesische) 511.
— (chemisches Verhalten) 505.
— (Doppelbrechung) 504.
— (Drehung der Haare) 499.
— (Eiweißkörper in —) 505.
— (Entkörnung) 485.
— (europäische) 511.
— (Farbstoffe) 506.
— (Faserbreite) 494.
— (Faserdicke) 497.
— (Faserlänge) 495.
— (Festigkeit) 507.
— (Feuchtigkeitsgehalt) 505.
— (Garnfestigkeit) 507.
— (Geschichtliches) 487.
— (Gradierung) 508.
— (Herkunftsbestimmung) 508.
— (Hygroskopizität) 505.
— (Innenschlauch) 502.
— (Klassifizierung) 508.
— (Länge) 507.
— (levantinische) 510.
— (Lichtbrechung) 503.
— (mercerisierte) 502.
— (Morphologie) 493.
— (nitrierte) 504.
— (nordamerik. Sorten) 509.
— (optisches Verhalten) 503.
— (ostindische Sorten) 510.
— (persische) 510.
— (Pleochroismus) 504.
— (Quellung) 501.
— (Querschnittsfläche) 498.
— (spez. Gew.) 504.
— (Standardierung) 508.
— (südamerik. Sorten) 509.
— (tote) (502).
— (unreife) 502.
— Unterscheidung von Flachs 504.
— (Verpackung) 486.
Baumwolle (Verwendung) 512.
— (Wassergehalt) 505.
— (westindische Sorten) 510.
— (Zellmembran) 499.
— (Zellstruktur) 497.
Baumwollhandel 489.
— -industrie (Entwicklung) 489.
— -krankheiten 487.
— -kutikula 498.
— -ölersatz 718.
— -papier 681.
— -pflanzenstengel 663.
— -samen 195.
— -samen (Farbst.) 366.
— -samen (Grundhaare) 495.
— -samenöl 717.
— -samenöl (Vitam.) 2007.
— -schädlinge 487.
— -sorten 506.
— -spindeln (Statistik) 492.
— -stapel 497, 547.
— -statistik 490.
— -stearin 719.
— -wachs 505, 2019.
— -weide 453.
— -zellulose 505.
Baumwürger 465.
Baurlo 1273.
Bawchansaatöl 747.
Bay 1477.
Baycuru 861.
Bay-Mahagoni 1474, 1477.
Bay oak 1353.
Bayöl 75.
Baywood 1474, 1477.
Baza 1249.
Bdelliumharz 1041.
Beach grass 438.
Bead tree 1241.
Bean tree 1980.
Bear grass 449.
Beaumontia grandiflora 52, 477.
Beautree 1584, 1980.
Bebeerin 38, 39.
Bebeeru 1397.
Bebeerubaum 38, 230.
Bebirin 39.
Bebuhago 1240.
Becuibablut 118.
Becuibin 118.
Beech 1214, 1238, 1341, 1343.
Beechholz, australisches 1274.
Beefwood 1211, 1220, 1317, 1318.
Beerengrün 272.
Begleitzellen 1148.
Begonia maculata 222.
Behenöl 758, 1804.
Behensäure 758, 1804.
Beilblättriger Lebensbaum 1304.
Beilschmiedia cairocan 1225.
— Roxburghiana 1225.
Beinholz **1591**.
Bel-bel 1205.
Beleyleh 723.
Beleyluj 723.
Belgaum 1244.
Belizemahagoni 1474.
Belladonnaöl 795.
Belladonin 51.
Bellamarin 35.
Belli-pata 467.
Bellipatta 1252.
Bellis-Bitterstoff 118.
Bellis perennis 118.
Belukap 1262.
Bena 439.
Benang 1227.
Benda 455.
Bendi 470.
Bendiguri-Mahagoni 1484, 1486.
Beng 1376.
Bengalindigo 329.
Bengal quince 1239.
Bengkatalg 787.
Benguelakopal 1069.
Bengukopalsäure 1069.
Benin-Dika-Nut 1239.
Benin ebony 1560.
— -Mahagoni 1484, 1487, 1888.
— mahogany 1228.
Benisugi 1303.
Benjoin 1035.
Benöl 758.
Bent Pod 1228.
Benzaldehyd 77, 82, 85, 91, 102.
Benzaldehydcyanhydrin 77.
Benzoaren 307.
Benzoarsäure 307.
Benzoeharz 1804, **1035**, 1099, 1809.
Benzoesäure 90, 1804.
Benzoesäurebenzylester 101, 1081, 1097.
Benzoesäuremethylester 90, 101.
Benzopyryliumsalze 250.
Benzosalizin 876.
Benzoresinol 1036.
Benzoylecgonin 44.
Benzui 1038.
Benzylalkohol 85, 90, 101.
Benzylazetat 81, 101.
Benzylbenzoat 101.
Benzzyanase 204.
Ber 1250.
Bera 1452.
Béraf 727.
Beraudine 658.
Berbanim 37.
Berber 858.

Berberidaceae (Alkaloide) 37.
— (Bitterst.) 161.
— (Farbst.) 270, 336.
— (Gerbst.) 850.
— (Hölzer) 1221, 1391.
— (Öle) 765.
Berberin 36, 37, 39, 40, 45, 337.
Berberinal 337.
Berberiniumhydroxyd 337.
Berberis 1802.
— aquifolium 36, 337, 850.
— aristata 337, 850.
— asiatica 337, 850.
— lycium 337, 850.
— nepalensis 337, 850.
— nervosa 337, 850.
— oetnensis 337.
— repens 337.
— Thunbergii 765.
— tinctoria 337.
— vulgaris 36, 37, 336, 337, 850 (1221), 1391, 1809.
Berberitze 37, 336, 850.
Berberitzenstrauchholz 1391.
Berberonsäure 37.
Berberry 336.
Béref 727.
Bergahorn **1521**.
Bergamotte 1805.
Bergamottöl 76.
Bergapten 76.
Berg-Ebenholz 1233.
Bergenia crassifolia 851, 911.
— sibirica 119.
Bergengelwurz 74.
Bergenin 118.
Bergenit 119.
Berghanf 456.
Beringelid 119.
Bergkasuarina 1314, 1317.
Bergkiefer 1205, 1295.
Bergmahagoni 1227.
Bergulme **1370**.
Berlinerrot 378.
Berlinia Eminii 889, 990, 1233.
— spec. 1233.
Bermudazeder 1209, 1308.
Bernstein **1038**, 1099.
Bernsteinlack 1039.
Bernsteinknochen 1039.
Bernsteinsäure 1804.
Bertholletia excelsa 746, 858.
— nobilis 746.
Bertramwurzel 163.
Berrya amomilla 465, 1251.
Besen-Euphorbie 1717.
Besenginster 261, 461.
Besenhirsenöl 738.
Bestimmungsschlüssel für Hölzer **1595**.
Beta esculenta 2107.
— hortensis 2107.
Betain 43.
Beta maritima 2108.
— sativa 2107.
— sativa f. alba 2107.
— sativa f. lutea 2107.
— sativa f. incarnata 2107.
— sativa f. rubra 2107.
— vulgaris 51, 722, 1803, 1805, 1820, 2039, 2047, 2107.
— vulgaris var. altissima 2107.
— vulgaris var. campestris 2107.
— vulgaris var. maritima 2108.
— vulgaris var. rapa 2107.
Betelnuß 34, 846.
Betelnußpalme 446, 1210.
Bethabanaholz 230.
Betina-da 473.
Betonica officinalis 51.
Betonicin 51.
Betorcinol 342.
Betorcinolkarbonsäuremethylester 341.
Bettkoberkrapp 376.
Betula acuminata 454.
— aetnensis 1337.
— alba 119, 838, 849, 1040, 1337.
— alnoides 454.
— alnus glutinosa 1335.
— alnus incana 1336.
— bhojpattra 454, 679, 1212.
Betulaceae (äther. Öle) 73, 76.
— (Bitterst.) 119.
— (Fas.) 454.
— (Gerbst.) 832, 838, 849.
— (Harze) 1040.
— (Hölzer) 1212. 1335, 1336. 1338, 1339, 1340, 1474.
— (Öle) 741.
Betula excelsa 849.
— glauca 1337.
— glutinosa 1337.
— gummifera 1337.
— lenta 76, 868, 1212, 1338.
— lutea 1212, 1474.
— odorata 1337.
— papyracea 454.
— papyrifera 454, 669, 1212.
— pendula 1337.
— pontica 1337.
— pubescens 679, (1212), 1337.
— pumila 1337.
Betulase 77.
Betula turfacea 1337.
— utilis 454.
— verrucosa 679, 1040, (1212), 1337.
Betulin 119, 1040.
Betulinamarsäure 119.
Betuloretinsäure 1804.
Betuloresinsäure 1804.
Beukenhout 1267.
Bezetten 291.
Bhabur 442.
Bhadrat 1251.
Bhadroi 1224.
Bhalkua 1209.
Bharburgras 439.
Bhindi 467.
Bhujpattra 454.
Bhullu soang 474.
Bhurjamanuskripte 679.
Biba 1465.
Bibindi 1269.
Bibirin 39.
Bibirubaum 39, 230.
Bibla 1236.
Bicha 368.
Bicuhybafett 760.
Bide Khecht 2061.
Bier-Alkaloid 137.
Bierextrakt (Vitam.) 2007.
Bigaradie 2083.
Big leaf mahagoni 1484, 1487.
— leaf maple 1248.
Bignonia 316.
Bignoniaceae (Bitterst.) 121, 122, 154, 169, 170.
— (Farbst.) 229, 255, 319, 364.
— (Fas.) 480.
— (Gerbst.) 862.
— (Hölzer) 1274, 1319, 1399, 1439, 1454, 1470, 1474, 1475, 1482, 1508, 1566, 1584, 1585.
— (Öle) 717.
Bignonia chica 255.
— flava 717.
— leucoxylon 229, 364, 1470.
— longissima 862.
— quercus 862.
— radicans 256.
— sp. 319, 480.
— suberosa 1275.
— tecoma 255.
Big nut 1334.
— pine 1298.
— shellbark 1334.
— tree 1207.
Bihambi 1504.
Bihul 466.
Bija-Sal 1236.
Bikhaconitin 37.
Bildungsschichten 1132.
Bilimbi 2008.
Bilin 1239.
Bilineurin 40.
Bilinga-Mahagoni 1484, 1488.
Bilingaholz **1588**.
Billa 1317.

Billbergia speciosa 448.
— variegata 448.
Billy Web 1235.
Bilsenkraut 51.
— schwarzes 52.
Bilsenkrautsamenöl 794.
Bilwara 1229.
Bimba 1594.
Bimblipatam hemp 578.
Bimlihemp 578.
Bimli-Jute 578.
Binnak 1264.
Binse 2039.
Bintangor 1533.
Biomalz 202.
Bioson 195.
Biota orientalis 1305.
Biozyme 1117.
Birds-eye maple 1248.
Birio 443.
Birke 667.
— gemeine 1337.
— kanadische 1338.
Birkenblätter 1804.
Birkenholz **1337**.
Birkenrinde 679.
— (Beschreibung) 867.
— (Gerbstoffgehalt) 839.
Birkenrindengerbstoff 838.
Birkenrindenöl 76.
Birkensaft 1803.
Birkenteeröl 867.
Birma-Sappanholz 1427.
Birma Teak 1581.
Birnbaum 2048.
— afrikanischer 1388, 1615.
— -holz, gemeines **1405**.
— mandelblättriger 1227.
— wilder 1405.
Birne 1803.
— (Vitam.) 2007.
Birnenholz, afrikanisches 1553.
Birnensamenöl 780.
Birnholz, afrikanisches **1555**.
Biro 443.
Bisabolen 76, 80, 83, 88, 103.
Bisamholz, australisches 1277.
Bischofia javanica 1243.
— trifoliata 1243.
Biskuits (Kautschuk) 1723.
Bissé 1232.
Bitter bark 50.
— -eschenholz **1462**.
— -holz **1462**.
— -holz von Jamaika **1463**.
— -mandelöl 77.
— -nuß 1333.
— -nut 1333.
— pecan 1333.
— -stoffe **110**.
— -stoffe in Hölzern 1197.
— walnut 1333.
Bitter waternut 1333.
— wood 1463.
— -wurz 307.
Biung 1252.
Biwa 1227.
Bixa 368.
Bixa-Bitterstoff 119.
Bixaceae 2014.
— (Bitterst.) 119.
— (Farbst.) 368.
— (Fas.) 473.
Bixa orellana 119, 223, 367, 473, 736, 2014.
Bixin 223, 368.
Black alder 857.
— ash 1271, 1521.
— balata 1736.
— bean 1234.
— beetle gum 889.
— birch 868, 1212, 1214.
— box 1509.
— butt 1547.
— cedar 1225, 1399, 1400.
— cotton wood 453, 1211, 1326.
— cypress 1300.
— dogwood 1525.
— fiber 445.
— grease 719.
— gum 1266, 1550.
— hickory 1334.
— iron wood 1271.
— Jack 1355, 1357.
— live oak 1362.
— maire 1271.
— mallet 882.
— mapau 1226.
— maple 1521.
— oak 848, 1215, 1243, 1357, 1358, 1359, 1360, 1361.
— olive 860.
— peppermint 78.
— persimmon 1569.
— pine 1203, 1206.
— plum 1263.
— run palm 443.
— spruce 1206.
— sugarmaple 1521.
— teak 1583.
— tumbler 1233.
— varnish tree 1245.
— walnut 1329.
— wattle 853, 878, 1230.
— wood 853, 878, 1229, 1235, 1236, 1269.
Blackea quinquenervis 859.
— trinervis 859.
Bladder green 275.
Blady grass 438.
Blasengrün 272.
Blätterschellack 1057.
Blattgrün 311.
Blatti apetala 1261.
— pagatpat 1261.
Blaubeere 2053.
Blauer Gummibaum 1264.
Blauesche 1271.
Blaues Ebenholz 1419.
Blaugummibaum 475.
Blauholz 224, 283, 291, 308, **1421**.
— afrikanisches 302.
Blauholzextrakt 295.
Blauholzlacke 376.
Blausäure 77, 1804.
Blé dur 1962.
Bleekrodea tonkinensis 1705.
Bleistiftholz 1307.
Bleistiftzeder 1242.
Blendreng 1276.
Blighia 1824.
— sapida 785, 1249, 1824.
Blinding tree 1244.
Blindwood 1528.
Blitum capitatum 1820.
— virgatum 1820.
Block balata 1736.
Blockbenzoe 1036.
Blockgambir 834, 897.
Block rubber 1724.
Blocks (Kautschuk) 1723.
Bloodwood of Nicaragua 1425.
Blora 1582.
Blue ash 1271.
— beech 1243.
— fig 1250.
— gum 889.
— gum tree 859, 1264, 1266.
— mallee 78.
— oak 1215, 1363.
Bluewood (1426).
Blumea balsamifera 104.
Blumeakampfer 104.
Blumenbinse 436.
Blumen-Djati 1582.
Blumeneschenholz **1571**.
Blumenhartriegelholz **1552**.
Blumenkohl 2047.
Blüte der Pistazie 960.
Blütenfarbstoffe 249.
Blutholz 291, 1421, **1431**.
Blutkraut 36, 337.
Blutwurz 40, 383, 852.
Boabab 1253.
Bobai 1229.
Bobàiholz **1410**.
Bobanjaholz **1602**.
Bobata 1235.
Bobé ba nduku 1615.
Bocagea Dalzelli 851.
Boccoholz 1237.
Bocconia cordata 38.
Bocksfeige 2071.
Bocksknöterich 2062.

Bockshörner 2070.
Bockshornsamen **1868**.
Bocoa edulis 1444.
— provacensis 1237, 1444.
Bocoholz **1444**.
Bodawurzel 911.
Bodenhefe 1114.
Bodwichia virgilioides 1234.
Boehmeria alienata 456.
— candicans 457, 567.
— clidemioides 457.
— caudata 457.
— frutescens 457.
— macrophylla 457.
— macrostachya 457.
— malabarica 457.
— nivea 567.
— platyphylla 457.
— rugulosa 1219.
— salicifolia 457.
— sanguinea 458.
— spicata 457.
— stipularis 457.
— sylvatica 457.
— nivea 457.
— tenacissima 457, 567.
— tricuspis 457.
— utilis 457, 567.
Boengoer 1260.
Bogenholz 281, 1375.
Bogenhout 1219.
Bogoscha 596.
Bogu 455.
Bohanorinde 878.
Böhmeriafasern 566.
Bohnen (Vitam.) 2006.
— -baum 1445.
— -baumstärke 1980.
— -öl 748.
— -samenöl 748.
— -strauch 1445.
Boilam 1245.
Bois balle 1242.
— blanc 1508.
— cabri 1274.
— cachiment 1222.
— cassant 1244.
— chaire 1566.
— cochon 1257.
— corail 1431.
— costière 1250.
— couleuvre 1250.
— cruzeau 1243.
— d'acajou 1474.
— d'anis 1257.
— de Californie 1425.
— de Campèche 291.
— de cotelet 1274.
— de Cypre 1273.
— de fer de Judas 1249.
— de fer de la Réunion 1249.
— de Fernambouc 288.
Bois de gaulette 1249.
— de lettre rouge 1243.
— de lilas 1572.
— de Lima 1425.
— de Madagaskar 1611.
— de mêche 1251.
— de natte 1267, 1269.
— de nerprun 1524.
— de Rhodes 1273.
— de rose 1232.
— de rose de l'Océanie 1253, 1539.
— de rose femelle 89.
— de rose mâle 89.
— de sagaye 1249.
— de Sainte Lucie 1439.
— de santal 347.
— de soie 1251.
— des roses 1273.
— de tambour 1223.
— d'or 1608.
— d'orange 1217, 1374.
— d'or du Cap 1247.
— du Cam 351.
— du Merisier d'or 855.
— du sang 289.
— épineux blanc 1238.
— flambeau 1248.
— Grage 1251.
— jaune 278.
— major 1238.
— marbré 1228, 1458.
— pin 1222.
— quant 1254.
— ramier 1251.
— rouge de St. Domingue 1242.
— satiné 1228.
— Shavanon 1275.
— tabac 1276.
— violet 164.
Bokaara-gass 1255.
Bokalahy 1761.
Bokhara 461.
Bokharagallen, echte 960.
Bokombo 1379.
Bo kómbolo 1415.
Bokome 1543.
Bokondàholz **1396**.
Bokuka 1466.
Bokuka ba mbale 1570.
Bokukaholz **1576**.
Bokumia 1388.
Bola 467, 1252, 1593.
Bolagu 1254.
Bolax aretaioides 1097.
— gummifera 1097.
Bolda 851.
Boldack 1256.
Boletsäure 1807.
Boletus cervinus 2036.
— edulis 197, 1802, 2006.
Boletus igniarius 1808.
— laricis 1827.
— lucidus 776.
— sulfureus 1808.
Bolletrie 1268.
Bolltrie 1318.
Boloagnita 1565.
Bolondo 1415.
Bolongeta 1565.
Bolongeta-Ebenholz **1565**.
Bombàba 1415.
Bombacaceae (Bitterst.) **118**.
— (Fas.) 471, 512.
— (Fette) 719.
— (Gerbst.) 890.
— (Gummi) 992.
— (Hölzer) 1253, 1528, **1529**, 1592, 1593.
— (Kork) 1798.
— (Wachse) 2014.
— (Zucker) 2050.
Bombanaje 447.
Bombanassa 447.
Bombax angulicarpum **471**.
— aquaticum 471, 720.
— brevicuspe 471.
— Buesgenii 471.
— buonopozense 471, **1258**.
— carolinum 471, 513.
— ceiba 471, 720, 1253, **1598**.
— crenulatum 720.
— cumanense 471, 513.
— cyathophorum 720.
— emarginatum 471, 513.
— flammeum 471.
— gossypium 473.
— gracilipes 720.
— grandiflorum 473, 992.
— heptaphyllum 471, 513, 720.
— malabaricum 471, 513, 518, 669, 720, 890, 992, 1253, 1593, 2014.
— monopoxense 1253.
— occidentale 1253.
— pentandrum 471, 720, 992.
— pubescens 471, 518.
— pyramidale 1529.
— quinatum 471, 518.
— reflexum 471.
— rhodognaphalon 471, 513.
— septenatum 471.
— spec. 1798.
— villosum 471.
Bombéholz **1603**.
Bombay aloe fibre 611, 631
— -Ebenholz 1558, 1561, 1562.
— -hanf 578.
— hemp 582.
— katechu 852, 894.
— -Myrobalanen 920.
Bombol 1242.

Bonandjafett 739.
Bonducin 119.
Bonducnußöl 747.
Bóngeleholz **1530**.
Bongógiholz **1417**.
Bongóngi 1417.
Bongosiholz **1532**.
Bonjangaholz **1604**.
Bon jasanga 1244.
Bonmeza 1229.
Bonni 1230.
Bonplandia angostura 45.
— trifoliata 45.
Bonwula 1388.
Booi 1959.
Booscuru 1274.
Bop 1274.
Bopala 1466.
Bopalo 1222.
Bopandeholz **1392**.
Bopéholz **1604**.
Borassus aethiopum 2105.
— flabellifer 443, 646.
— flabelliformis 443, 675, 987, 1210, 1311, (1955), 1968, 2056, 2104.
— tunicata 1955.
Borbor 1465.
Borbur 1218.
Bordeauxterpentin 127, 1095.
Borneoholz **1605**.
— -kampfer 104.
-kautschuk 1759.
— -kopal 1073, 1100.
Borneol 79, 83, 85, 87, 99. 100, 102, 104, 107.
Borneomahagoni 1499.
— -talg 728.
Bornesit 2037.
Bornylazetat 79, 80.
Borracha defumado 1729.
— entrefina 1720.
— fina 1720, 1729.
Borraginaceae (Alkaloïde) 50.
— (Fas.) 479.
— (Farbst.) 223, 244, 246.
— (Gerbst.) 862.
— (Gummi) 993.
— (Hölzer) 1273, 1540.
Borraginoideae (Farbst.) 245.
Bosàmbi 1243.
Bosambiholz **1504**.
Bosàoholz **1466**.
Boschia Griffithii 1253.
Boséholz **1395**.
Bosénge 1219, (1595), 1379.
Bosipiholz **1418**.
Bosóholz **1466**.
Bosong 1233.
Bossangapflanze 1745.
Bossé-Mahagoni 1484, 1487.
Bosso 1505.
Boswellia ameero 1040.
— Bhaw-Dajiana 1040, 1097.
— Carteri 153, 1040, 1097.
— floribunda 1040.
— Frereana 1040.
— glabra 1040, 1098.
— Klaineana 1497.
— Kleinei 1327.
— neglecta 1040, 1097.
papyrifera 1040, 1097.
— serrata 1040, 1098.
— thurifera 1040.
Boswellinsäure 1805.
Boswellonsäure 1098.
Bot 1273.
Botany bay gum 1029, 1265.
— — kino 888.
Botong 1261.
Botryopsis platyphylla 38.
Botuba 1466.
Bouea macrophylla 464.
Bourbon 2096.
— iron wood 1249.
— -Tacamahac 1086.
Bourdaine 1525.
Bousigonia tonkinensis 1473.
Bowdichia-Bitterstoff 119.
Bowdichia major 119.
— virgiloides 114.
Bowstring hemp 626.
Bow-wood 281, 1375.
Box 1375, 1509, 1511.
— elder 1520.
— -myrte 281.
— oak 1350.
— -thorn 1509.
— white oak 1350.
— -wood 1505.
— yellow thorn 1460.
Brab tree 443.
Brabeium stellatifolium 1219.
Brachychiton populneum 992.
Brachystegia spicaeformis 463.
— tamarindoides 463.
— Welwitschii 463.
Brahmanenschnur 487.
Brahmani 1246.
Brahminenschnur 482.
Brash oak 1350.
Brasilein 224, 289.
Brasiletto 1425.
Brasilholz 288, 1422.
— gelbes 278, 1374.
— -lacke 376.
Brasilhölzer, minderwertige **1425**.
Brasilianische Eiche 1276.
Brasilianisches Arrowroot 1983.
— Pao Fero 1318.
— Rosenholz 1392, **1535**.
— Teakholz 1583.
Brasilienholz 278, 288.
Brasilietteholz 289.
Brasilin 224, 289.
Brasilkopal 1073.
Brassica (Vitam.) 2006.
— campestris 782.
— dichotoma 782.
— glauca 782.
— juncea 96, 787.
lanceolata 787.
napus 782.
nigra 96, 204, 787.
— oleracea capitata alba 2047.
— oleracea Varietäten 2047.
ramosa 782.
rapa 782.
— -samen 1818.
— sinapoides 787.
Brauereihefe (Analyse) 1113.
Brauna 1234.
Braunalgen 220, 1846.
Braunharzholz **1447**.
Braunschliff 668.
Brayera anthelminthica 143.
Brazilian oak walking sticks 1277.
Brazil wood 288.
Brea 990.
Breakaxe 1251.
Brechhülse 857.
Brechnuß 48.
Brechnußöl 752.
Brechöl 734.
Brechwurzel 55.
Breiapfel 1268, 2053.
Brennessel 456.
Brennesselfaser 574.
Brennkraut 46.
Brennpalme 1210.
Brenzkatechin 824, 826.
Brenztraubensäure 1805.
Brenzweinsäuren 1805.
Bresil 288.
Bresilette française 1246.
á vossies 1426.
colorado 1426.
— St. Barthélemy 1426.
Brettbaum 1255.
Briar 1460.
— wood 1552.
Bridelia micrantha 1244.
— montana 856.
— retusa 1244.
— stipularis 856.
Brigalow 1229.
Brigelow 1414.
Brisbane-Mahagoni 1501.
Bristle fibre 656.
Britisch-Guyana-Mahagoni 1241, 1486, 1489.
British Columbia maple 1520.
Brittle balata 1736.

Broad-leaved flax 450.
— maple 1248.
— stringybark 1265.
Brochoneura usambarensis 1223.
Brombeere 2007, 2049.
Brombeerkernöl 781.
Bromelia acanga 448, 634.
— ananas 447, 632.
— argentina 448.
Bromeliaceae (Fas.) 447, 632, 649.
— (Gummi) 987, 1013.
— (Zucker) 2056.
Bromeliafasern 632.
— Hieronymi 633.
— karatas 448, 633, 634.
— laciniosa 633.
— Magdalenae 448.
— pigna 448, 663.
— pinguin 448, 633.
— obtusifolia 785.
— sagenaria 447.
— serra 633.
— silvestris 633.
Broodboom 1954.
Broom 461.
— corn 439.
— hickory 1334.
Broompine 1087.
Brosimum Aubletii (1218), 1378.
— discolor 1218.
— galactodendron 1705, 2018.
— speciosum 849, 856.
Brotfruchtbaum 455, 1218, 1705, 2047.
— -stärke (1959), **1979**.
— unechter 1218.
Broussonetia Kaempferi 454.
— Kasinoki 454, 670.
— papyrifera 454, 663, 669, 681, 1060.
— tinctoria 225, 278.
Brown box 1511.
— cirouaballi 1225, 1400.
— ebony 1269, 1559.
— gum 1264.
— heart 1447.
— hemp 578, 582.
— -lowia tabularis 1251.
— Mahagoni 1484, 1487.
— mahogany 1488.
— oak 1216.
— padauk 1435.
— pine 1296.
Brucamarin 120.
Bruchbirke 1337.
Brucea antidysenterica 120.
— -Bitterstoff 120.
Brucea macrophylla 120.
— sumatrana 120, 792.
— sumatrosa 142.
Bruchkraut, kahles 1820.
Bruchweide 877, 1321.
Brucin 48.
Bruguiera (Gerbst.) 840.
— gymnorrhiza 859, 886, 895, 1262.
— parviflora 859.
— -rinden 881.
— Rumphii 859.
Bruinhart 1444.
Brunfelsia ramosissima 795.
Brunnenkressesamenöl 726.
Brustkraut 259.
Bruyère 1552.
Brya 1566.
— ebenus 1442, 1235.
Bryoidin 1047.
Bryonan 2018.
Bryonia dioica 728, 2016.
— epigaea 1961.
Bryophyllum calycinum 1803.
Brysonima crassifolia 1243.
— spicata 1243.
— verbascifolia 1243.
Buaze fibre 464.
Bucare 1237.
Bucaro 1263.
Buchanania latifolia 714, 1244.
Buche, amerikanische 1214.
Bucheckernöl 720.
Buche, gemeine 1341.
Buchengerbstoff 832.
Buchenkernöl 720.
Buchenrindengerbstoff 841.
Buchsbaumersatzhölzer **1509**.
Buchsbaumholz **1505**.
— afrikanisches **1507**.
— japanisches 1507.
— tropisch-amerikanisches **1508**.
— ostindisches **1508**.
— westindisches **1508**.
Buchsholz **1505**.
— australisches 1226.
— westindisches 1275.
Buchstabenholz **1378**.
Buchweide 875.
Buchweizen 269.
— -stärke **1980**.
— (Vitam.) 2006.
Bucida buceras 860, 1263.
— capitata 1386, 1457.
Bucklandia populnea 1226.
Buckthorn Bumelia 1268.
Buddleia salvifolia 1272.
Buela ba nyóu-Mahagoni 1487.
Buele ba nyou 1495.
Buena noche 1274.
Büffelholz 1276.
Buge 1229.
Bugre 1229.
Buis 1505.
Buk 1216.
Bukomé 1543.
Bulbocapnin 41.
Bulbus coronae imperialis 1971.
Bulkokra 1244.
Bulle tree 1268.
Bullet tree 1734.
— -wood 1268, 1319.
Bull grass 440.
— oak 1314, 1317.
— pine 1205.
— tree 1318, 1319.
Bulnesia arborea 1238, 1454.
— -arten, Unterscheidungsmerkmale 1456.
— retamo 1238, 1456.
— Sarmienti 1238, 1456, 1823.
Bulous 439.
Bulrush 441.
Bulu 1262.
Buluba 479.
Bulunguharz 1045.
Bumáholz **1528**, (1593).
Bumé 1528.
Bumelia lycioides 1268.
— nigra 861, 1734.
— pallida 861.
— retusa 861.
— tenax 1268.
Buna 1214, 1404.
Bunockra 588.
Bunog 1257.
Bun-okra 466.
Buntalfaser 443.
Buntfichte 1206, 1290.
Bunya-bunya-Holz **1284**.
Buphane disticha 35, 452, 1805.
— toxicaria 452.
Buphanin 35.
Burber 858.
Burbura 923.
Burchellia bubalina 1276.
Burgouli 1260.
Burgunder Eiche 1356.
— -rübe 2107.
— -traube 2067.
Buripalme 443.
Burity 444.
Burmalack 1061.
Burmapadouk 1236, **1435**.
— -Pegu 852.
— -Rosenholz 1539.
Burmese leza wood 1260.
Bur oak 1214, 1347.
Burocossa 1276.
Burro-korro 1378.
Bursaria spinosa 1509.
Burseraceae (äther. Öle) 73, 88, 89.

Burseraceae (Bitterst.) 132, 151, 153.
— (Harze) 1040, 1045, 1047, 1077, 1079.
— (Hölzer) 1239, 1466, 1470, 1484, 1485, 1486, 1497, 1595.
— (Kork) 1798.
— (Öle) 721.
Bursera gummifera 1047.
— paniculata 721.
— pechiana 88.
Bursh-Matten 353.
Bürstenkraut 353.
Burué 1319.
Burutuebenholz 1559.
Buscheiche 1376.
Buschkopal 1070.
Bushrope 1210.
Buss-farisi 438.
Buss-haggni 438.
Bussipi 1418.
Bussu 445.
Bustic 1268.
Butandisäure 1804
Butarik 1231.
Butea 669.
Buteablüten 226, 303.
Butea frondosa 226, 303, 384, 462, 748, 855, 889, 892, 1055, 1237.
- -gummi 226.
-kino 855, 892.
monosperma 226, 462.
— parviflora 463, 855, 889, 892.
— superba 463, 889, 892.
Butein 226, 303.
Butin 226, 303.
Butomaceae (Fas.) 436.
Butomus umbellatus 436.
Butterbaum, afrikanischer 740.
Butterbaumsamenöl 722.
Butterkohl 2047.
Butternußbaum 722, 1212, 1329.
Butternut 1212, 1329.
Butterpits 728.
Buttersäure 80, 1805.
Butter tree 1267.
Button ball 1404.
Buttonlac 1057.
Button tree 860.
Button-wood 1227, 1263, 1404.
Butylaldehyd 79.
Butyrospermum Parkii 788, 1268, 1734.
Buxaceae (Alkaloide) 46.
— (Hölzer) 1244, 1505, 1507.
Buxhanin 120.
Buxin 46.
Buxus arborescens 1505.
— japonica 1507.
Buxus Macowani 1507.
— sempervirens 46, (1244), 1505.
— sempervirens var. japonica 1507.
Bwiba la mbale 1465.
Byakushin 1209.
Byobeen 1255.
Byrsonima chrysophylla 855.
— crassifolia 463.
— spicata 855.
Byssus 487.

C

Cababa 1492.
Cababa-Mahagoni 1484, 1487.
Cabanholz 351, 1426, 1427.
Cabbage palm 443, 1444.
— palmetto 1210.
— tree 450, 1210, 1443.
Cabralea cangerana 1469.
— spez. 1474.
Cabréwa 1234.
Cabulla 452.
Cabuya 626.
Cacaobaum 46.
Cacaobohnen 46.
Cachon 895.
Cachonholz **1606**.
Cactaceae (Alkal.) 47.
— (Gummi) 992.
— (Hölzer) 1260.
— (Zucker) 2051.
Cactusfeigen 2072.
Cactus opuntia 992.
Cadinen 79, 80, 83, 92, 93, 100, (129).
Caesalpinia bahamensis 1425.
— bicolor (1234), 1425.
— bijuga 224, (1234), 1426.
— bonducella 119, 747, 1426.
— brasiliensis 224, 288, (1234), 1425.
— brevifolia 308, 854, 935.
Caesalpiniaceae (Bals.) 1062
- (Bitterst.) 128.
Caesalpinia cacalaco 854.
— coriaria 308, 831, 854, 928
crista 288, (1234), 1426.
— digyna 854, 931.
— echinata 224, 289, (1234), 1422.
— ferrea 1234.
— gracilis 931.
— melanocarpa 854, 1454.
— mexicana 1563.
oleosperma 931.
paipae 931.
— pectinata 854.
— pinnata 854.
— praecox 990.
Caesalpinia pulcherrima 854.
— Rugeliana 1426.
— sappan 224, 288, 289, 854, (1234), 1425, 1426.
— spec. 1234, 1474.
— timorensis 461.
— tinctoria 931, (1234), 1426.
— vesicaria 1426.
Caesalpinioideae (Gerbst.) 854.
— (Gummi) 990.
— (Harze) 1065, 1074.
— (Hölzer) 1231, 1318, 2049.
Caesaria glomerata 1260.
— tomentosa 1260.
Caffein 46.
Caiaué 446.
Cail 1492.
— cedra 1491.
— -cedra-Holz 1492.
Cailcedra Mahagoni 1484, 1487.
Cailcedrin 122.
Caincasäure 1825.
Caincin 1825.
Cainda wood 1231.
Cairo 654.
Cajanus indicus 463, 775, 1055.
Cajaty 1225.
Cajeput tree 1266.
Cajotta 887.
Caju Malta Buta 1244.
Cajun 452, 625.
Caju Ticcos major 1228.
Calaba 1256.
Calabarbohne 42, 2018.
Calabash tree 1222.
Calabure 1251.
Caladium bicolor 1957.
— esculentum (1956).
— giganteum 447.
— picturatum 1957.
— sorium 1957.
— striatipes 1957.
Calamander-Ebenholz 1558, 1561, 1563, 1564.
Calamander maram 1564.
Calamus-arten 1311.
— caesius 444.
draco 224, 385, 1044.
— heteroideus 444.
— javensis 444.
montanus 1210.
niger 385.
— paspalanthus 444.
— retrophyllus 444.
- rotang 385, 444, 1210.
rotang draco 1044.
Royleanus 1210.
- rudentum 444, 1210.
Scipionum 385, 1210, 1312.
- spec. 444.

Calantas 1240, 1385.
Calanthe veratrifolia 316.
- - vestita 316.
Calcutta mat rush 441.
Calebassencurare 49.
Calendulablüten 362.
Calendula officinalis 120, 362.
Calendulin 120.
Calesium Barteri 464.
— grande 464, 1245.
Caliaturholz 347, 351.
— rotes **1428**.
Calicium chrysocephalum 1806.
California black oak 1358.
- laurel 1224.
— live oak 1362.
Californian red gum 1404.
- rock oak 1363.
— white oak 1348.
Californin 120.
Calliandra bicolor 1229.
— grandiflora 852.
- Houstoni 852, 1822.
— portoricensis 1454.
— tetragona 1229.
Callicarpa cana 479.
Calliguaja odorifera 1540.
Callistemon salignus 1266.
Callistephinchlorid 253.
Callistephus chinensis 253.
Callitris arborea 1208.
- articulata 165.
calcarata 1083.
- columellaris 1083.
- cupressiformis 1083.
- juniperoides 1208.
- Macleyana 1083.
Muelleri 1083.
- Parlatorei 1083.
- Preissii 1082.
- quadrivalvis 165, 1082, 1208, 1305.
robusta 1082.
— verrucosa 1083.
— Whytei 1208.
Calluna vulgaris 269, 659, 861.
Calmia angustifolia 2059.
Calonyctyon muricatum 1707.
Colophania mauritiana 1239.
Calophyllum brasiliense 739.
- calaba 739, 740, 1086, (1256),1474, 1475.
— inophyllum 738, 867, 1058, 1086, (1256), 1454, 1499. 1533.
longifolium 1058.
- polyanthemum 1256.
— saïgonense 1256.
- spec. 1474.
- spectabile 1256.
— tacamahaca 1058, 1086.
Calophyllum tomentosum 1256.
— Torelii 1256.
Calosanthes indica 862.
Calotropis 207.
— gigantea 150, 477, 520, 716, 1760.
— Hamiltonii 478.
— herbacea 478.
— procera 478, 520, 1761.
— procera Muclarii 150.
Calumbowurzel 38.
Calycanthaceae (Alkaloide) 39.
— (Gerbst.) 851.
Calycanthin 39.
Calycanthus floridus 851.
— glaucus 39.
Camagon 1565.
Camagoon-Ebenholz 1270, **1565**.
Camagoon ebony 1565.
Camambilarinde 867.
Camata 913, 917.
Cama tala 1231.
Camattina 913, 917.
Cambaholz 351.
Cambalholz 351, 1427.
Cambogia 1052.
Cambogiasäure 1054.
Camboje 1052.
Cambrara 1277.
Camdeboo stink-wood 1217.
Camelina dentata 725.
— sativa 725, 726.
Camellia assamica 1822
— japonica 1256, 1822.
— oleifera 1822.
— sassanqua 1256, 1822.
— thea 46, 1822.
— theifera 46, 1822.
Camelliensamenöl 797.
Camellin 1822.
Camelote 439.
Camelthorn 853, 1230.
Camholz 351, 1427.
Campanulaceae (Alkaloide) 56.
— (Kautsch.) 1762.
Campeachy wood 291.
Campecheholz **1421**.
Campeche-Mahagoni 1479.
Campferol s. Kämpferol.
Camphen 76, 79, 80, 83, 90, 98, 99, 100, 102, 103.
Campnosperma zeylanicum 1245.
Campylaephora hypneoides 1852.
Campylostemon Warneckianum 1733.
Camulöl 756.
Camwood 347, 351.
— echtes 1427.
Cana 582.
Canadian poplar 1211.
— juniper 1209.
Canadin 36.
Cana fistula 1233.
Canaigre 909.
— -Gerbstoff 839.
— -Wurzel 850.
Cananga odorata 101, 459, 1222.
Canangaöl 101.
Canapa 547.
— di Manila 619.
— silvatica 469.
Canari macaque 1261.
Canarium bengalense 1239.
— commune 132, 721, 1045.
— decumanum 721.
— luzonicum 867.
— Mansfeldianum 1040, 1483, 1484, 1486.
oleosum 721
ovatum 721.
paniculatum 1239.
— polyphyllum 720.
— Schweinfurthii 721, 1040, 1045, 1484, 1485, 1486.
— zeylanicum 1239.
Canary whitewood 1391.
— wood 1391.
Canavalia ensiformis 206, 775.
Canchalagua 133.
Candiavalonea 913, 916.
Candelillawachs **2014**.
Candil 1238.
Candlenußöl 751.
Candlenut 1244.
Cane ash 1270.
Caneelbaum, weißer 2051.
Canella alba 120, 2051.
Canellaceae (Zucker) 2051.
Canella de cheiro 1224.
— parda 1224.
Canellin 120.
Cangerana 1469.
Canhamo brasiliensis 578.
Canna coccinea (1958), 1978.
— edulis (1958), 1978.
— indica (1958).
— lanuginosa 1958.
— patens 1958.
— rubra (1958).
— rubricaulis (1958).
— speciosa 227.
Cannabinaceae (Fas.) 547, 576.
Cannabis indica 34, 547.
— sativa 34, 36, 456, 547, 578, 740, 2019.
Cannaceae (Stärke) 1958.
Cannastärke (1958).
Cannon ball tree 1241.
Canoe birch 454, 1212.
— cedar 1208, 1305.

Canomai 1270.
Canomoi 1270.
Canophyllum falcatum 1824.
Cantharellus cibarius 1803, 1809.
Canthium didymum 1508.
Cantuffa exosa 855.
Canutillo 447.
Canyon live oak 1362.
— oak 1362.
Canxarana 1469.
Caoba 1474, 1479.
— -holz 1479.
— -Mahagoni 1479.
Caobo 1474.
Caoutchouc des herbes 1754.
— Durango 1764.
Cao xio 1225.
Capacho 1978.
Capay-yé-wood 1243.
Capea elongata 197.
Cape beech 1267.
— boxwood 1507, 1508.
— lancewood 1267.
— laurel 1224.
— plane 1255.
— walnut 1224.
Capotroche brasiliensis 737.
Capparidaceae (Enzyme) 205.
— (Hölzer) 1226.
— (Öle) 721.
— (Saponine) 1821.
Capparis decidua 1226.
— grandis 1226.
— spinosa 268, 1821.
Caprificus 2071.
Caprifoliaceae (Alkaloide) 56.
— (Bitterst.) 174, 175.
— (Gerbst.) 863.
— (Harze) 1041.
— (Hölzer) 1277, 1588, 1590, 1591.
— (Öle) 721.
— (Saponine) 1827.
Capronaldehyd 79.
Caprylsäure 83, 94.
Capsaicin 52.
Capsella bursa pastoris 207, 1821.
Capsicum annuum 52, 795, 1825.
— fastigiatum 52.
— longum 795.
— minimum 52.
Capvertflechte 339.
Cara 1973.
Caragana arborescens 756.
Caragate 651.
Caraguata 447, 633.
Caraguata fibre 448.
Caraipa grandifolia 858, 1256.
Carajura 255.
Carajurin 255.
Carajuron 255.
Carakin 141.
Carallia integerrima 1262.
Caramaharz 1086.
Caramaniavalonea 916.
Caranda 443.
Caranday-Palme 1210.
Carandeyfaser 443.
Carapa 1241.
— -fett 755.
— (Gerbst.) 840.
— gogo 1241, 1483, 1484, 1486.
— grandiflora 149, 755.
— guianensis 755, 1241, 1474, 1479, 1484, 1486, 1489, 1490.
— guineensis 1490.
— -hölzer **1489**.
— microcarpa 756.
— moluccensis 755, 1241.
— obovata 1241.
— -öl 755.
— procera 120, 755, 1241, 1486, 1490.
— touloucouna 120.
— velutina 1483, 1484, 1486.
Carapicho 635.
Carapin 120.
Carary whitewood 1221.
Caravassera 913.
Caravonicawolle 511.
Carbasa 488
Carbasus 488.
Carbohydrasen 201.
Carbon 1273.
Carboxylase 203.
Cardamomöl 736.
Cardiogyne africana 1217.
Cardiospermum 1824.
Cardon 448.
Carduus macrocephalus 208.
— summanus 208.
Caren 98.
Carennaholz 1470.
Carex brizoides 441.
— brunescens 2039.
Careya arborea 475, 1261.
Cariaturholz 351.
Caricaceae (Alkal.) 97.
— (Labenzyme) 207.
— (Öle) 722.
— (Zucker) **2051**.
Carica dodecaphylla 205.
— hastifolia 207.
— papaya 47, 205, 207, 722, 2051.
— quercifolia 207.
Caricari-Elemi 132.
Caricin 205.
Cariniana brasiliensis 475, 1261.
— domestica 1261.
— excelsa 475, 1261.
— pyriformis 1474, 1480, 1481.
Carissa spec. 1743.
— spinarum 1272.
Carlina acaulis 208.
— corymbosa 208.
— gummifera 1062.
Carludovica incisa 447
— jamaicensis 447.
— palmata 447.
Carmedicin 121.
Carmedik 121.
Carmin nakarat 381.
Carminsäure 223.
Carmoisinlack 378.
Carnaubapalme 443, 1210.
Carnaubawachs 2014.
Carnaubawachspalme 2014.
Carne de vaca 1220, 1270.
Carneru 255.
Carnos 1118.
Caroà 448.
Carobablätter 121.
Carob bean 1866.
Carobbe del legno di Giudea 959.
— di Giudea 959.
Carobin 121.
Carolina pine 1206.
— poplar 1323.
Carotin 2018.
Caroube 1866.
Carouze à miel 1233.
Carpa procera 1484.
Carpain 47.
Carpet grass 440.
Carpillin 45.
Carpinus americana 1213.
— betulus 832, (1213), 1339.
— ostrya 1340.
Carpodinus chylorrhiza 1743.
congolensis 1743.
Etveldeana 1743.
— fulva 1743.
— Gentilii 1743.
— gracilis 1743.
— hirsuta 1743.
Jumellei 1743.
— lanceolata 1743.
— landolphioides 1743.
— leptantha 1743.
— leucantha 1744.
— ligustrifolia 1744.
— ligustrifolia var. angusta 1744.
— maxima 1744.
— pauciflora 1744.
— turbinata 1744.
— uniflora 1744.
Carprotoche brasiliensis 736.

Carrageen **1846**.
— ostindisches 1850.
- -schleim, Hydrolyse 1839.
- Verwendung 1849.
Carrapicho 588.
Carroba 1866.
Carruthersia scandens 1744.
Cartamo 353.
Cartan 1442.
Carthagenagelbholz 1374.
Carthagena ipecacuanha 55.
Carthame 353.
Carthamin 223.
Carthamus lanatus 121.
- -öl 784.
— tinctorius 208, 223, 353, 784.
Carum ajowan 73.
— carvi 85, 799.
- Gaerdneri 2052.
Carvacrol 83, 99.
Carveol 86.
Carvol 86.
Carvon 85, 86.
Carvonsäure 83.
Carya alba 762, (1212), 1333, 1334.
— amara (1212), 1333.
— aquatica 1333.
cordiformis 1334.
glabra 1334.
illinoensis 762, 1332.
— microcarpa 1334.
- myristicaeformis 1333.
— olivaeformis 762, 1322.
porcina (1212), 1334.
sulcata (1212), 1334.
tomentosa 762, (1212), 1334.
tonkinensis 763.
Caryocar amygdaliferum 722.
Caryocaraceae (Fette) 722.
— (Hölzer) 1256.
Caryocar brasiliense 722.
— butyrosum 1256.
glabrum 722, 1256.
nuciferum 722.
— -öl 722.
— tomentosum 722, 1256.
Caryophyllaceae (Bitterst.)169.
— (Farbst.) 258, 383.
— (Saponine) 1820.
Caryophyllen 87, 90, 102, 1063.
Caryota mitis 445, 649.
— -Piassave 646.
— Rumphiana 445, 1955.
— urbis 2104.
— urens 445, 646, 649, 1210, 1311, (1955), 1968.
Cäsarlack 378.
Casca blanca 887.
Cascalote 928.
Cascara-Bitterstoff 121.
Cascara de lingue 851.
— Sagrada 2021.
Cascarilla hexandra 862.
Cascarillin 121.
Casea blanca-Rinde 931.
Cashawagummi 1009.
Cashew nut 1245.
Casimiroidin 45.
Casimiroin 45.
Casimiroa edulis 45.
Cassave 1981.
Cassia acutifolia 122, 241.
— angustifolia 241, 2037.
— auriculata 461, 854.
— fistula 854, 990, 1233, 2049.
— goratensis 854.
— javanica 1233.
— sabac 854.
— siamea 1233.
— timorensis 1233.
Cassie 1230.
— Romain 84.
Cassine crocea 1247.
— glauca 1247.
Cassuvium pomiferum 714, 991.
Castanea americana 1213.
— crenata 1213.
— dentata 893, 1213.
— fagus 1341.
— sativa 847, 1340, (1958)
— vesca 445, 669, 832, 847, 893, 1213, 1340, (1958), 1979.
— vulgaris 847, (1213), 1340, (1958), 2046.
— vulgaris var. japonica 1213.
Castanha de Ceara 720.
— Marubao 720.
Castanhasöl 727.
Castanopsis chrysophylla 847, 1213.
— rufescens 1213.
Castanospermum australe1234, 1960, 1980.
Castela Nicholsonii 115.
Castelbuono 2063.
Castilla 1705.
Castilloa alba 1705.
— australis 1708.
— costaricana 1708.
— daguensis 1708.
— elastica 456, 1218, 1705, 1708.
— fallax 1708, 1709.
— guatemalensis 1709.
— -Kautschukbaum 1218.
— lactiflua 1709.
— Markhamiana 1709.
— nicoyensis 1709.
— panamensis 1709.
Castilloa rubra 1705.
— tunu 1709.
— Ulei 1709.
Castin 121.
Castnia elegans 1014.
— eudesmia 1014.
Castraltia salicornioides 1852.
Casuarina Cambagei 1454.
Casuarinaceae (Gerbst.) 846, 885.
— (Hölzer) 1211, 1314, (1318), 1454.
Casuarina Cunninghamiana 1314, 1315.
— distyla 1314, 1315.
— equisetifolia 846, 885, (1211), 1314, 1316.
— Fraseriana 1211, 1314, 1316.
— glauca 1314, 1317.
— lugubris 1317.
- montana 1314, 1317.
— muricata 885, 846, 1316.
— quadrivalvis 846, 885, 1211, 1317.
— stricta 846, 1211, 1314, 1317, (1318).
— suberosa 1211, 1314, 1317.
— sumatrana 1314, 1317.
— tenuissima 1317
— torulosa 1211, 1314, 1317.
Catacaos 447.
Cata grande 1757.
Catalpa 1275.
— bignonoides 122, 170, 1584.
— Bungei 1585.
— catalpa 1584.
— -holz 1332, **1584**.
- Kaempferi 1585.
— longissima 862.
- ovata 1585.
— speciosa 1275, 1585.
Catalpaholz **1584**.
Catalpin 122, 170.
Catappe 860.
Catellagsäure 310.
Catesbys Scharlacheiche 1355.
Catha edulis 1247.
Cathartin 122.
Cathartocarpus fistula 990.
Catiguá 1243.
Catotropis gigantea **585**.
Cat spruce 1206.
Caucasian walnut 132.
Caucho andullo blanco 1732.
— blanco 1733.
Cauchu 1709.
Caulasapogenin 1821.
Caulophyllin 125.
Caulophyllsaponin 1821.
Caulophyllum thalictroides 125, 1821.

Causcora diffusa 476.
Cavanilla tuberculata 988.
Cavanillesia platanifolia 472.
Cavendishbanane 2078.
Caviuna 1236.
Cayaponia cabocla 122, 728.
— Martiana 171.
Cayaponin 122.
Cay-Cay-Butter 743.
Cay dé 848.
Caydeau-Soyöl 797.
Cay-dos-Öl 746.
Cayenne-Linaloeöl 89.
Cayennepfeffer 52.
Cay-go 1232.
Cay-Yao-Jai 735.
Cazonesmahagoni 1479.
Cazoneswachs 1478.
Ceanothus americanus 857.
— chloroxylon 1250, 1399.
Ceará-Kautschuk 1727.
Cebilrinde 853.
Cebu hemp 619.
Cecropia adenopus 849, 1219.
— ambaiba 849.
— peltata 456, 849, 1219, 1709.
— concolor 849.
— hololeuca 849.
— pachystachya 456.
— palmata 849, 1219, 1709.
Cedar 1209, 1440, 1501.
— elm 1372.
— -Mahagoni 1484, 1487.
— mahogany 1494.
Cederboom 1208.
Cedrat-Mahagoni 1484, 1487.
— -Zitrone 2082.
Cèdre blanc 1239.
de Batna 1292.
de Singapore 1240.
Cedrela australis 1501.
— bogotensis 1240.
— brasiliensis 888, 1469.
— -Ersatzhölzer 1470.
— febrifuga 370, 1499.
— fissilis 1240.
— Glaziovii (1468), 1469.
— guianensis 1240, 1469.
— -holz, echtes **1467**.
hexandra 1499.
— -hölzer **1466**.
— montana var. mexicana 1470.
odorata 991, (1240), 1467, (1469), 1474.
— spec. 1479.
— toona 370, 463, 999, 1240, 1499, 1501, (1512), 2019.
Cedreloidea (Gummi) 991.
Cédrel rouge 370, 1240.
Cedren 122.
Cedrin 122.
Cedro africano 1245.
— amarello 1469.
— amargo 1469.
— batata 1469.
— blanco 1469.
— caopiuva 1469.
— cebolla 1474.
— colorado 1469, 1470.
— dulce 1253, 1470.
— gaspeado 1469.
— macho 1469.
— vermelho 1469.
Cedron 122.
Cedrus atlantica 1204, 1292.
— deodara 1204, 1292.
— libani (1204), 1292.
Cego Maschado 1535.
Ceiba 1528.
— aesculifolia 720.
— occidentalis 720.
— pentandra 471, 720, 1253, 1528.
Ceibawolle 512.
Ceibo 1594.
Celastraceae (Bitterst.) 122, 134.
— (Fas.) 464.
— (Gerbst.) 857.
— (Hölzer) 1246, 1516.
— (Kautsch.) 1733.
— (Öle) 722.
Celastrus articulatus 464.
— acuminatus 1247.
— -Bitterstoff 122.
— edulis 122.
— -gerbsäure 857.
— obscurus 857.
— paniculatus 122, 722.
— scandens 465, 857.
Celery pine 1204, 1281.
Cellobiose 2039.
Cellonia 647.
Cellulose 202.
Cellulose s. Z. 1150.
Celmisia coriacea 480, 663.
Celosia cristata 714.
Celtis aculeata 849, 1217.
— australis 454, (1216), 1373.
— brasiliensis 1217.
— caucasica 454, 1373.
— cinensis 454.
— glycycarpa 1217.
ilicifolia 1217.
— madagascarinensis 549.
— obliqua 849.
— orientalis 454, 601.
— reticulata 1217.
— Roxburghii 454.
— tetrandra 454.
Cenomyce ragiferina 1904.
Cenovishefenpräparate 1116.
Cenovispräparate 2008.
Centaurea calcitrapa 126, 208.
— cyanus 253.
— polycephala 208.
— salmantica 481.
— scabiosa 208.
Centaurin 126.
Centipeda Cunninghamii 151.
— elatinoides 151.
— orbicularis 151.
Central American sisal 626.
Centrolobium robustum 442, 1236.
Cepa caballo 852.
Cephaelin 55.
Cephaelis acuminata 55.
— ipecacuanha 55, 1825.
Cephalanthin 122.
Cephalanthus occidentalis 122, 1827.
Cephalanthussaponin 1827.
Cephalonema polyandrum 466.
Cephalotaxus drupacea 725.
Cera carnauba 2014.
Ceradia furcata 1062.
Ceramium helminthochorton 1857.
— rubrum 1846, 1852.
Cera palmarum 2014.
Cerasus capronaria 1803.
— vulgaris 780.
Cerathanthera Beaumetzi 846.
Ceratonia siliqua 371, 906, 1801, 1805, 1865, 2049, 2076.
Ceratopetalum apetalum 851, 890, 1226.
— gummiferum 851, 890.
Ceratophyllin 123, 341.
Cerawachs 2014.
Cerbera manghas 715.
— odollam 123, 152, 477, 715, 1744.
— oppositifolia 477
— tanghinia 171, 715.
— thevetia 715.
— thevetoides 123.
Cerberid 123.
Cerberin 123, 152.
Cercidiphyllum japonicum (1221), 1390.
Cercis canadensis 1233.
— siliquastrum (1233), 1421.
Cercocarpus ledifolius 1227, 1474.
— parvifolius 1474, 1475.
Ceresin 193.
Cereus edulis 2052.
— giganteus 2052.
— Mill. 1260.
— polylophus 2051.
— sp. 992.

Cereus stellatus 2052.
— Thurberi 2052.
Cerevisin 197.
Cerin 1789.
Cerinsäure 1790.
Ceriol 1117.
Ceriops Candolleana 859, 880, 886, 1261.
— (Gerbst.) 840.
Cerojeöl 773.
Cerosilin 123.
Cerosin 2017.
Cerosinsäure 2017.
Cerotinsäurecerylester 2016.
Cerotinsäuremyricylester 2016.
Ceroxylin 123.
Ceroxylon andicola 123, 2019.
Cerris 913.
Cerylalkohol 2018.
Cerylcerotinat 2020.
Cerylpalmitat 2020.
Cestrum laevigatum 123, 1825.
Cestrumid 123.
Cetraria fahlunensis 124.
— islandica 123, 197, 1807, 1902, 2039.
— juniperina 1806.
Cetrarin 123.
Cetrarsäure 124, 1806.
Cetylzitronensäure 113, 1801.
Cevadillin 35.
Cevadin 35.
Ceylon cedar 1242.
— boxwood 1277, 1508.
— -Ebenholz 1558, 1562.
— -Ebenholz, echtes **1563**.
— Kardamomen 83.
— -moos 1849.
— oak 1248.
— -zimtöl 101.
— -zitronellöl 102.
Chaetocarpus castanicarpus 1244.
Châgne 1351.
Chagualgummi 448, **1013**.
Chainchar 457.
Chairamin 53.
Chairamidin 53.
Chakazzi 1065.
Chalilatsch Kara 860.
— Kebuli 860.
Chalter 1255.
Chamada 913.
Chamadina 913.
Chamaecyparis formosensis 1208.
— Lawsoniana (1208), 1306.
— nutkaensis 1208.
— obtusa 1208, 1306.
— pisifera 1208.
— sphaeroidea 1208.
— thyoides 1208.
Chamaelirium luteum 1819.
Chamaenerion angustifolium 476.
Chamaerops excelsa 1210.
— Fortunei 442.
— humilis 442, 649, 2036.
— hystrix 442, 649.
— Ritchiana 443, 649.
Chamaggai 1255.
Chambira 446.
Chameli 81.
Chamemorum norvegianum 2005.
Chamomile-Blüten 257.
Champacafett 756.
Champacaöl 1456.
Champignon 197.
Chamror 1273.
Chañar 1235.
Chan-chin 1240.
Chanchorana 1469.
Chandana 1383.
Chanore 547.
— brun 582.
— de Makot 467.
— sauvage 457.
Chapote 1270, 1569.
Charcoal tree 601.
Charlijal 1271.
Charme commun 1339.
Charta bombycina 681.
— corticea 679.
Chashing 1270.
Châtaignier 1213, 1340.
Chatim 1594.
Chatta-pat 443.
Chatwan 1272, **1594**.
Chaulai 1275.
Chaulmugraöl 735.
Chaulmugrasäure 736.
Chavandi 1273.
Chaori 1055.
Chavicol 76.
Chayaver 235.
Chayota 1961.
Chayote 1961.
Chayroot 236.
Chaywurzel 235.
Chè 236.
Chebulinsäure 922.
Chebuöl 724.
Cheesewood 1226.
Cheiramin 55.
Cheiranthin 41.
Cheiranthus cheiri 41, 277, 726.
Cheiranthussäure 726.
Cheirinin 41.
Cheirolin 41.
Cheirostemon platanoides 472.
Chekenbitterstoff 124.
Chelerythrin 38, 40.
Chelidonin 38, 40.
Chelidonium diphyllum 40.
— glaucum 775.
— majus 38, 124, 200, 1803, 1804, 1805, 1922.
Chelidonsäure 35. 38, 1805.
Chelidoxanthin 40, 124.
Chemischgrün 272.
Chêne à grappe 1351.
— à trochets 1353.
— blanc 1346, 1351, 1353.
— bicolore 1347.
— bleu 1347.
— -chevelu 1215.
— commun 1351.
— commun de Bourgogne 1353.
— de Bourgogne 1356.
— de chevelu 1356.
— de marais 1347, 1359.
— drillard 1353.
— drille 1353.
— durelin 1353.
— écarlate 1215, 1359.
— éousé 1363.
— étoile 1350
— faux liège 874.
— femelle 1351.
— français des Antilles 1263.
— Kermes 873.
— Lombard 1215, 1356.
— noir 1361.
— rouge 1360.
— rouvre 1351, 1353.
— touzin 874.
— vert 848, 874, 1363, 1364.
— yeuse 848, 874, 1363.
— Zéen 849, 875.
Chengal 1258.
Chenopodiaceae (äther. Öle) 73, 100.
— (Öle) 722.
— (Saponine) 1819.
— (Zucker) 2047, 2107.
Chenopodin 1802.
Chenopodium 1802.
— ambrosioides 100, 1820.
— botrys 1819.
— mexicanum 1819.
— quinoa 1819.
Cher 466.
Chera 466.
Chercout 1564.
Cheribon 1582.
— -rohr 2095.
Cherimoya 2047.
Cheris 1821.
Cheri-vello 236.
Cheroogoodi 857.
Cherry birch 1212.
— gum 1010.
Chessybirch 868.

Chestnut 1213, 1340.
— -eiche 875.
— oak 1215, 1343, 1347, 1350, 1352, 1353.
Cheucan-Mahagoni 1479.
Chewing gum 1734.
Cheyi 463.
Chicle gum 1734.
Chiclesapoten 2053.
Chicote de niño 1229.
Chiendent 439.
Chigaya 438.
Chignitébutter 724.
Chijole-Mahagoni 1474.
Chika 255.
Chikan Kadia 585.
Chikarot 255.
Chikrassia tabularis 1241, 1499.
Chil 1206.
Chilauwe 1256.
Chilenische Araucarie 1204.
Chilitanne 1204.
Chilla 1260, 1272.
Chilocarpus enervis 1744.
Chiltapec-Mahagoni 1479.
Chimaphila umbellata 124.
Chimaphilin 124.
Chimarrhis cymosa 1275.
Chimu 1217.
Chinabasen 53.
China californica 120.
— -cuprea 55.
— de Cusco rubraplana 55.
— de Trujillo 886.
— -Ersatz 55.
— flava dura 55.
— -gras 566.
— -grün 371.
— -jute 469.
— -lack 1061.
Chinamin 53.
China pitayo 55.
— -rinde 54.
— -rinde, falsche 887.
— -rindengerbstoff 841.
— -rinde, rote 54.
— -rinde (Verfälschung) 851.
— -rot 841.
— -säure 1805.
— -wurzel 1819.
Chinchinholz 1259.
Chinese bandoline wood 1224.
— coir 442.
— galangal 262.
— galls 960.
Chinesische Cunninghamie 1204.
— Dattel 1250.
— Gelbbeeren 374.
— Gelbschoten 374.
— Goldlärche 1204.
Chinesischer Talg 722.
Chinesischgrün 371.
Chinicin 53.
Chinidin 53.
Chinin 53.
— (Nachweis) 30.
— -ersatz 50
— erzeugung 54.
Chinna Kadambu 1276.
Chinolin (Alkaloide) 32.
Chinotoxin 53.
Chinovabitter 133.
Chinovagerbsäure 862.
Chinovin 133.
Chin-pat 582.
Chinquapin 1214.
— oak 1347, 1350.
Chiococca anguifuga 480, 1825.
— brachiata 1825.
— racemosa 1825.
Chir 1206.
Chira 466.
Chiranthodendron platanoides 472.
Chiratin 125, 153.
Chiratogenin 125.
Chirkhestit 2062.
Chironia chilensis 133.
Chironium opopanax 1079.
Chironjiöl 714.
Chironol 1079.
Chisocheton-Bitterstoff 125.
Chisocheton divergens 125.
Chita 1232.
Chitin 2046.
Chitta bikke 1276.
Chittagongholz **1512**.
Chittagong wood 1241.
Chixé 992.
Chlamydomucor oryzae 202.
Chlora perfoliata 135.
Chlorangium Jusuffii 1808.
Chlorin 313.
Chlorocodon Whitei 479.
Chlorogalum pomeridianum 449, 1818.
Chlorogenin 50, 234, 236.
Chlorophora excelsa (1217), 1376, 1583.
— regia 1217.
— tenuifolia 1217.
tinctoria 224, 225, 278, (1217), 1374.
- var. affinis 1217.
— var. xanthoxylon 1217.
Chlorophyceae (Bitterst.) 157.
Chlorophyll 215, 217, 311.
Chlorophyllin 221, 313.
Chloroplasten 213, 311.
Chlororubin 234, 239.
Chlorostigma 207.
Chlorostigma Stuckertianum 50, 207.
Chlorostigmin 50.
Chloroxylin 44.
Chloroxylon excelsum 855.
Chloroxylonin 44.
Chloroxylon Swietenia 44, (1238), 1458.
Chocho 1961.
Choel 462.
Cholin 33, 40, 41, 43, 50, 51.
Chom 448.
Chomelia nigrescens 1276.
Chonemorpha macrophylla 477, 1744.
Chondodendron tomentosum 38.
Chondra 913.
Chondria obtusa 1846.
Chondrus canaliculatus 1846.
— crispus 1846, 1855.
— incurvatus 1846.
— mamillosus 1846.
— polymorphus 1846.
Choreabutter 737.
Chorisia 513.
— crispifolia 471.
— insignis 471, 1253.
— Peckoltiana 720.
— Pecholiana 471.
— speciosa 471.
— speciosa 720.
Choro 1729.
Chosi 1246.
Chou-caraibe 1957.
Chouchoute 1961.
Chouchu 1961.
Christophine 1961.
Christpalmöl 778.
Christusdorn 1515.
Chromatophoren 213.
Chromatophorenfarbstoffe 213.
Chromogene in Hölzern 1184.
Chromoplasten 214.
Chromo-Retine 1027.
Chromosantonin 166.
Chromulina Rosanoffii 221.
Chrozophora plicata 464.
— tinctoria 347.
Chrysaminsäure 242.
Chrysantheminchlorid 253.
Chrysanthemum 51.
— cinerariifolium 163.
— indicum 253.
vulgare 170.
Chrysarobin 242.
Chrysill 1762.
Chrysin 125, 256.
Chrysinsäure 125.
Chrysobalanoideae (Hölzer) 1228.
Chrysobalanus ellipticus 1228.
— icaco 780.
Chrysochlorophyll 221.

Chrysochrom 221.
Chrysophanein 240.
Chrysophanhydranthron 242.
Chrysophanol 240.
Chrysophansäure 222, 240, 242.
Chrysophyll 125.
Chrysophyllum africanum 786.
— -Bitterstoff 125.
— buranhau 861.
— cainito 1734, 1824.
— d'adzope 485.
— glycyphloeum 885, 861, 1824.
— imperiale 125.
— Lacourtianum 1268.
— msolo 1268.
— ramiflorum 1734.
— Roxburghii 1824.
Chrysopogon gryllus 439.
Chrysoretin 122.
Chrysothamnus linifolius 1762.
— nauseosus 1762.
— nauseosus var. viridulus 1762.
— paniculatus 1763.
— teretifolius 1763.
— turbinatus 1763.
Chrysoxanthophyll 221.
Chucarea 1238, 1454.
Chuchupi 1238.
Chujinsamen 724.
Chukrasia tabularis 1241, 1512.
Chuma 567.
Chumese fiber 582.
Churcorinde 855, 888.
Chydenanthin 1823.
Chydenanthus excelsus 1823.
Chymosin 206.
Cibicibi 1236.
Cibotium Barometz 434, 518.
— Chamissoi 518.
— glaucum 434, 518.
— Menziesii 434, 518.
Cicadaceae (Gummi) 987.
Cicer arietinum 196, 775, 1806.
Cichorienblüte 140.
Cichorienwurzel 140.
Cichorium endivia 2055.
— intybus 140, 2118, (2055).
Cicla 2107.
Cicuta virosa 125.
Cicutoxin 125.
Cienfuegosia anomala 467.
Cigartree 1275.
Cimarrón 1327.
Cimicifuga racemosa 125.
Cimicifugin 125.
Cinchamidin 53.
Cinchonaceae (Farbst.) 239.
Cinchona excelsa 55, 139.
— diverse 54, 55.
— floribunda 134.
Cinchona Ledgeriana 54.
Cinchonamin 53.
Cinchona succirubra 54.
Cinchonidin 53.
Cinchonin 53.
Cinchonin (Nachweis) 30.
Cinchonoideae (Bitterst.) 150, 159.
— (Farbst.) 235.
Cinchotin 53.
Cinchotoxin 54.
Cineol 79, 82, 83, 87, 89, 93, 95, 97, 99.
Cinnamein 1081.
Cinnamomum aromaticum 1809.
— camphora 82, 103, 746, 1123, 1401.
— cassia 84, 1085, 1809.
— ceylanicum 101, 851, 1085.
— glanduliferum 1224.
Cinnamylcocain 44.
Cipreso 1209.
Circas Rumphii 435.
Circassian walnut 1327.
Cire de figuier 2016.
Cirsium arvense 208.
Cispatamahagoni 1474.
Cissampelos Pareira 38.
Cistaceae (Gerbst.) 858.
— (Harze) 1041.
Cistus albidus 858.
— creticus 1041.
— cyprius 1041.
— ladaniferus 1041.
— salvifolius 858, 906.
Citharexylum caudatum 1274.
— cinereum 1274.
— quadrangulare 1274.
Citral 76, 80, 87, 88, 94, 103.
Citrang 601.
Citrapten 103.
Citriosma apiosyce 126.
— cujabana 126.
Citriosmin 126.
Citromyces 1808.
Citronellagras 439.
Citronellal 87, 102, 103.
Citronellöl 80, 83, 94, 102.
Citronellsäure 83.
Citronensäure 1805.
Citronier 1457, 1458.
Citropten 88, 103.
Citrosina oligandra 851.
Citrullus africana 727.
— colocynthis 727.
— Naudinianus 727.
— vulgaris 727, 2054.
Citrus aurantium 45, 76, 93, 118, 716, 1461, 1805, 2081, 2082, 2083.
— aurantium var. amara 2083.
Citrus aurantium var. dulcis 2083.
— aurantium var. myrtifolia 2083.
— aurantium var. sinensis 2083.
— australasica 2081.
— australis 2081.
— bergamia 1805.
bigaradia 45, 90.
— -früchte **2081**.
— hystrix 2081, 2082, 2084.
— hystrix var. decumana 2084.
— limonum 716.
medica 88, 103, 716, 1460, 1805, 2081, 2082.
— medica var. acida 2083.
— medica var. cedro 2082.
— medica var. ethrog 2082.
— medica var. limetta 2083.
— medica var. limonum 2082.
— medica var. lumia 2083.
— medica var. prisca 2082.
— nobilis 2081, 2082, 2084.
— reticulata 2084.
— sinensis 45.
— trifoliata 2081.
Cladastris amurensis 1235.
Cladonia rangiferina 124, 1904.
— rangiformis 341.
— silvatica 124.
Cladosporium 201.
— herbarum 527, 535.
Clandestina retiflora 317.
Clanwilliam cedar 1208.
Claoxylon sp. 1244.
Clarisia biflora 1709.
— racemosa 1709.
Claviceps microcephala 33.
Claytonia cubensis 1820.
— purpurea 33, 717.
Clearin Nut tree 1272.
Clematidin 126.
Clematis vitalba 207, 1821.
Clematitin 126.
Cleome gigantea 721.
— viscosa 721.
Clerodendron inerme 125.
— infortunatum 125.
— paniculatum 479.
Clethraceae (Hölzer) 1267.
Clethra obovata 1267.
— pinifolia 1267.
Cleyera ochnacea 1256.
Cliftonia ligustrina 1246.
Clinogyne dichotoma 447, 1958.
Clitandra Arnoldiana 1744, 1745.
— Barteri 1744.
— cirrhosa 1744.
— elastica 1744.
— eugenifolia 1744.

Clitandra flavidifolia 1744.
— Gentilii 1744.
— Henriquesiana 1744, (1750).
— kilimandscharica 1751.
— Lacourtiana 1745.
— laurifolia 1745.
— laxiflora 1745.
— leptantha 1745.
— Mannii 1745.
— nzunde 1745.
— orientalis 1745.
— Schweinfurthii 1745.
— Simonii 1745.
— togolana 1745.
Clivia miniata 35.
Cloud 793.
Cloves 1425.
Clytocybe mellea 2006.
Clytostoma noterophilum 1274.
Cnicin 126.
Cnicus benedictus 126.
Coach-wood 1226.
Coast live oak 1362.
— redwood 1301.
Coatzacoalcosmahagoni 1479.
Cobano 1232.
Cocain 43.
— (Nachweis) 30.
Coccerin 380.
Coccidae (Farbst.) 379.
Coccinia indica 480.
Cocciniglia 379.
Coccognin 126.
Coccoloba caracasana 1390.
— -holz 1221, **1389**.
— laurifolia 1221.
— philippinensis 1221.
— pubescens 1221.
— uvifera 850, 888, 889, (1221), 1389.
Coccoloboholz 1389.
Cocculin 126.
Cocculus 36.
— cordifolius 459.
— glaucescens 1821.
— palmatus 38, 337.
Coccus baphica 382.
— cacti 379.
— ficus 384.
— ilicis 382.
— lacca 226, 384.
Cochenille 379.
— deutsche 383.
— polnische 383.
— -rot 378.
— -schildlaus 223.
Cochinchina-Sandelholz 1386.
Cochinchinawachs 743.
Cochineal 379.
Cochinfaser 656.
Cochlearia armoracia 1808.
— officinalis 726.
Cochlospermaceae (Fas.) 473.
— (Gummi) 992.
Cochlospermum Gillivraei 473.
— gossypium 473, 514, 992, 1016.
— hibiscoides 473.
— tinctorium 473.
Coco 1971.
Cocoa fiber 654.
Cocoanut fiber 654.
Coco-Beach-Mahagoni 1484, 1487, 1488.
Cocobolaholz 1540.
Cocoboloholz **1540**.
Coco de mer 444.
— de mono 475.
Cocoholz 1237, 1243, 1442, **1444**.
Cocopalm gum 1012.
Cocos acrocomoides 774.
— aculeata 774.
— butyracea 446, 773, 1211.
— crispa 446.
— fibre 654.
— flexuosa 1956.
— nucifera 446, 654, 769, 846, 987, 1013, 1210, 1310, 2037, (2056), 2102.
— yatae 1956.
Cocosit 2037.
Cocotero 1210.
Codamin 39.
Codein 39.
— (Nachweis) 30.
Codex Cortesianus 680.
— Paresianus 680.
— Troano 680.
Codium tomentosum 2008.
Coelocaryon cuneatum 761.
— Klainii 761.
Coelocline polycarpa 337.
Coenzym 203.
Coeruleo-Ellagsäure 309.
Coffea arabica 55, 781, 863.
— liberica 55, 781.
Coffearin 55.
Coffee tree 1234.
Coffeetree-Mahagoni 1479.
Coffein 46.
Cogon 438.
Cogwood 1250, 1399.
Cohune 446.
— -öl 773.
— -palme 2056.
Coignetsweinrebe 2067.
Coir 444, **654**.
Cojon de puerco 1757.
— de Berraco 1757.
Cola acuminata 46, 796, 857, 1254.
— cordifolia 1255.
— -ersatz 46.
Cola-Nuß 46.
Colbertia scrabrella 858.
Colchicaceae (Alkaloide) 35.
— (Öl) 723.
Colchicein 35.
Colchicin 35.
Colchicum autumnale 35, 1899.
Coleus dazo 1961.
— lanuginosus 1961.
Colinus langouassiensis 1961.
Colletia horrida 126.
— spinosa 126, 127.
Colletieae (Bitterst.) 126.
Colletiin 126.
Colletin 126.
Colliguaya odorifera 1244,1386.
Collinsonia canadensis 1825.
Colocasia antiquorum (1956), **1971**.
— esculenta (1956).
— indica 447.
— -stärke 1971, (1956).
Colombian virgen 1732, 1733.
Colombowurzel 337.
— falsche 1821.
Colophanholz 1239.
Colophonia-Elemi 132.
Colophonia mauritiana 132.
Coloquintensamenöl 727.
Colorado river hemp 462.
Colorine 235.
Colpoon compressum 849, 898, 1220.
Colubrina asiatica 1823.
— -Bitterstoff 127.
— ferruginosa 1250, 1400.
— reclinata 127, 1250, 1400.
Columbamin 38.
Columbia — s. a. Kolumbia —.
— Blancoi 466.
— javanica 466.
— lanceolata 466.
— mollis 466.
— serratifolia 466.
Columbin 127.
Columbo-Bitterstoff II 127.
— -säure 127.
— -wurzel 38, 127.
Columellia arborescens 1275.
Columelliaceae (Hölzer) 1275.
Columellia oblonga 1275.
— sericea 1275.
Colutea orientalis 42.
Coltsfood leaves 1900.
Combee 1082.
Combretaceae (Farbst.) 308.
— (Fas.) 476.
— (Gerbst.) 829, 860, 886, 920.
— (Gummi) 993.
— (Hölzer) 1262, 1453, 1457, 1543, 1544.
— (Öle) 723.

Combretium Bambaultii 861.
- Borsigianum 1263.
— butyrosum 724.
- Hartmannianum 993.
Kilossanum 1263.
- Petersii 1263.
- primigenum 1263.
- Raimbaultii siehe — Bambaultii.
- Schelei 1263.
— Schumannii 1263.
— sp. 993.
— truncatum 1263, 1453.
Comino liso 1225.
Commersonia dasyphylla 472.
— echinata 472.
— Fraseri 472.
— platyphylla 472.
Commiphora abyssinica 151, 1041, 1078.
— africana 1240, 1595, 1798.
erythraea 1240.
— mukul 1041.
— myrrha 151.
— opobalsamum 1077.
— Schimperi 151, 1078.
Common bamboo of Bengal 1209.
— beech 1341.
— black poplar 1324.
— hazelnut 1338.
— hornbeam 1339.
— larch 1290.
— maple 1520.
- medlar 1227.
— milkweed 1760.
— oak 1351.
— red oak 848, 875.
— silver fir 1286.
— spruce 1288.
— yellow-wood 1203.
— yew 1282.
Comocladia dentata 1426.
— ilicifolia 1426.
— integrifolia 1246.
Comosumsäure 1819.
Comouöl 774.
Comphiaöle 763.
Compositae (Alkaloide) 56.
— (äther. Öle) 73.
— (Bitterstoffe) 112, 115, 117, 118, 120, 121, 126, 129, 130, 133, 134, 137, 140, 141, 144, 150, 151, 156, 162, 163, 164, 165, 170, 171, 174, 175.
— (Farbstoffe) 257, 287, 319, 353, 362, 383.
— (Fasern) 480.
— (Fette u. Öle) 744, 795.
— (Gerbst.) 863.
— (Gummi) 993.
Compositae (Harze) 1062,1074.
— (Hölzer) 1277.
— (Kautsch.) 1762.
— (Labenzyme) 208.
s. a. Kompositae.
- (Saponine) 1827.
— (Schleime) 1900.
— (Wachse) 2017.
— (Zucker) 2055, 2062, 2118.
Conchairamidin 53, 55.
Conchairamin 53, 55.
Conchinamin 53.
Conchinin 53.
Conchudo 1228.
Concolito 1096.
Concolor silver fir 1207.
Concusconin 53, 55.
Condalia obovata 1425.
Condoriholz 1230.
Condoribaumholz **1414**.
Conduru 1539.
Conessi bark 1272.
Conessin 50.
Conessirinde 50.
Conferva rubra 1846.
Conglutin 193, 195, 196.
Congo cypress 1454.
Congutae 1975.
Conhydrin 48.
Conicein 48.
Coniferae (Bitterst.) 127, 142, 165.
— (Harze) 1082.
- (Öle) 724.
- (Wachse) 2017.
- (Zucker) 2046.
Coniin 48.
Conium maculatum 48.
Connaraceae (Bitterst.) 128.
Connarin 128.
Connarus guianensis 1443.
Conocarpus erecta 860, 1263.
- procumbens 860.
- racemosus 860.
Conocephalus niveus 457.
Conophallus konjak 1957.
— -stärke 1957.
Conopharyngia Holstii 1757.
Conquintay 1975.
Consolicin 50.
Consolidin 50, 51.
Contrevent 1268.
Convallamarin 1819.
Convallarin 1819.
Convallaria majalis 1805, 1819.
Convolvulaceae (Fas.) 479.
— (Harze) 1041, 1059, 1084.
— (Hölzer) 1273.
— (Öle) 724.
— (Stärke) 1960.
Convolvulin 1059, 1827.
Convolvulinolsäure 1059.
Convolvulinsäure 1059.
Convolvulus floridus 1273.
— officinalis 1059.
— orizabensis 1827.
— purga 1059.
— scammonia 1059, 1084, 1827.
— scoparius 1273.
— virgatus 1273.
Cooburn box 1509.
Coonti 1954.
Cooperia Drummondi 35.
Coopers wood 1250.
Cooroocoopulley 854.
Coosa 439.
Copahyba 1232.
Copaifera bijuga 1063.
— bracteata 224, 371, (1232), 1419.
- copallifera 1070, 2232.
— cordifolia 1063.
— coricea 1062.
— Demeusii 1068, 1069, 1411.
— Gorskiana 1067.
— guayanensis 1062.
— Jacquinii 1062.
— Jussieni 1063.
— lara 1063.
— Langsdorffii 1062, 1232.
- martio 1063.
- mopane 1232.
— multijuga 1063.
— oblongifolia 1062.
— paupera 1063.
— rigida 1062.
— Sellowii 1063.
Copal-Bitterstoff 128.
Copalchin 128.
Copernicia cerifera 443, 1210, 1310, 1956.
— palmifera 2014.
Copra s. Kopra.
Coprinus 208.
Coprosma 358.
— arceolata 358.
- grandiflora 358.
— linariifolia 358.
Coptis anemonefolia 36.
— teeta 36, 337.
— trifolia 36, 337.
Coquintay 1975.
Coquito 446.
Coqy 1270.
Coralline de Corse 1857.
Corallinum lignum 1425.
Corallocarpus epigaeus 1961.
Corcho 1223.
Corchorus acutangulus 465.
— aestuans 465.
— capsularis 465, 560.
— decemangulatus 465.
— fascicularis 465.

Corchorus fuscus 465.
— olitorius 465, 560.
siliquosus 465.
— tridens 465.
— trilocularis 465.
Cordage tree 468
Cord grass 440.
Cordia abyssinica 1273.
— alliodora 1273.
— angustifolia 479, 592.
- atrofusca 720.
-bast 596.
- Chamissoniana 1273.
cylindristachya 479.
- decandra 1273.
- gerascanthoides 479.
— gerascanthus 479, 596, 1273, 1540.
gharaf 479, 592, 1273.
— Holstii 479, 596.
- latifolia 479, 592.
Macleodii 1273.
macrophylla 479.
myxa 479, 1273.
obliqua 479, **592**, 1273.
-öl 720.
Rothii 479, 592, 993, 1273.
— scaba 1273.
- Sebestana 479, 1273.
— subcordata 1273.
— vestita 1273.
Cordyline australis 450.
- Banksii 450.
— Baueri 450.
- dracaenoides 450.
— hyacinthoides 450.
— indivisa 450.
- stricta 450.
— terminalis 450.
- Veitchii 450.
Corfuvalonen 913.
Coriamyrtin 128, 905.
Coriandrum sativum 85, 799.
Coriariaceae (Bitterst.) 128.
— (Farbst.) 283.
— (Gerbst.) 856.
Coriaria myrtifolia 128, 283, 308, 856, 899, 903.
— ruscifolia 128, 856, 904.
— sarmentosa 904.
— thymifolia 856, 904.
Corindiba 1217.
Corindiuba 1217.
Corintogelbholz 1374.
— -mahagoni 1474.
Cork barked Douglas spruce 1284.
— elm 1216, 1372.
— oak 1364.
— pine 1298.
— -wood 1212, 1219, 1223, 1380, 1529, 1592, 1593.
Cornaceae (Bitterst.) 128.
— (Gerbst.) 861.
— (Hölzer) 1266, 1509, 1550, 1551, 1552.
— (Öle) 725.
— (Zucker) 2053.
Cornel 1552.
Cornin 128.
Corn starch 1966.
Cornus florida 128, 860, (1267), 1509, 1552.
- mas (1267), 1551, 2053.
- Nuttallii 1267, 1552.
— sanguinea 725, 1551, (1267).
Corojafaser 446.
Coroja palm 446.
Coromandel-Ebenholz 1558, 1561, 1563, 1564.
Coronilla emerus 317, 462.
Corozo 446.
Corsican moss 1857.
Cortaderia argentea 437.
Cortex adstringens brasiliensis 854.
— Alstoniae constrictae 50.
— Chinae 54, 55.
— Conessi 50.
— Dita 50.
— fructus Aurantii 2083.
— Johimbébé 55.
— Juremae Brasiliensis 853.
— Monesiae 861, 885, 1824.
Pereiro 50.
— Quebracho blanco 49.
— Quillajae 1821.
Ulmi 1858.
— Ulmi fulvae 1859.
— Ulmi interior 1858.
— Ulmi mundatus 1858.
— Ulmi pubescentis 1859.
— Ulmi pyramidalis 1858.
— Winteranus 850.
Corticin 128.
Cortissa 1223.
Cortodera 437.
Corycavanin 41.
Corycavidin 41.
Corycavin 41.
Corydalin 41.
Corydalis 1807.
— bulbosa 41.
— cava 41.
— tuberosa 41.
Corydin 41.
Corylus avellana 741, 849, (1213), 1338.
— arborescens 1339.
— californica 454.
— caroliniana 1213.
— colurna (1213), 1339.
— Jacquemontii 1339.
Corylus lacera 1339.
— laxiflora 1213.
Corynanthe johimbe 55.
— macroceras 56.
Corynanthin 56.
Corynosarpus laevigata 141.
Corypha australis 443.
- cerifera 1956, 2014.
— elata 443, 1956.
- gebanga 443, 1956.
- silvestris 1956.
umbraculifera 442, 675, 1956.
- utan 443.
Corytuberin 41.
Coscinium 36.
— Blumeanum 1821.
— fenestratum 459, 1821.
Cosmetic bark tree 1238.
Cossignia borbonica 1249.
— pinnata 1249.
— triphylla 1249.
Costaricagelbholz 1374.
— -rotholz 289.
— -zeder 1469.
Costus cylindricus 846.
— Lukasianus 1745.
— niveo-purpureus 846.
— villosissimus 846
Côte d'Ivoire-Mahagoni 1484, 1487.
Cotinin 263.
Cotinus coccygea 263, 1512.
— coggygria 224, 263, 283, 856, 899, 902, (1245), 1512.
— coriaria 1512.
— cotinus 1375, 1512.
Cotoin 129, 130, 225.
Coton 487.
Cotoneaster acuminata 1227.
— bacillaris 1227.
— nummularia 2048, 2061.
Cotonetin 130.
Coton pierre 483.
Cotorinde 129, 225.
— von Merida 131.
Cotton grass 440.
— gum 669, 1327.
— -öl 717.
— tree 1528.
- varay 1229.
— wood 1211, 1323, 1326.
Cotylelobium melanoxylon 1259.
Couaie 1243.
Coudrier 1338.
Coula 1388.
— edulis 763, (1221), 1388, 1489, 1555.
— -nußöl 763.
Coulteria chilensis 224, 1426.
— tinctoria 224, (1234).

Coumarounaholz 1237.
Coumarouna odorata 748, 1237.
— oppositifolia 1237.
Counarus cymosus 128.
Country mallow 468.
Couramira 1237.
Couratori estrellensis 475, 1261.
— guianensis 475.
— legalis 475, 1261.
— rufescens 747.
— Tauari 475.
Couridabark 862.
Cowdie 1283.
Cow oak 1214, 1347, 1349.
— pea 463.
Cowrie 1283.
— spruce 1070.
Cow tree wax 2018.
Coyol 774.
Crabwood 1241, 1489, 1490.
Crambe maritima 726.
Crassulaceenapfelsäure 1802.
Crassulaceenblätter 1803.
Cratägin 129.
Crataegusfrüchte 216.
Crataegus monogyna (1227), 1407.
— oxyacantha 37, 129, 268, 852, (1227), 1407.
Crataeva nurvala 1226.
— religiosa 1226.
Craterellus cornucopioides 2006.
Craterispermum montanum 1277.
Cratoxylon neriifolium 1257.
Crauata 447.
Cremor tartari 2070.
Crêpes (Kautschuk) 1723.
Crepin 129.
Crepis foetida 129.
Crescentia cujete 1735.
Crin d'Afrique 442, 649.
Crinum 35.
Crin végétal 442, 445, 446, 646, 649, 651.
Croa 447.
Croata 447.
Croc 1221.
Crocetin 362.
Crocin 223, 362, 375.
Crocose 363.
Crocosma aurea 363.
Crocus austriacus 361.
— gallicus 361.
— hispanicus 361.
— indicus 227.
officinalis 360.
— orientalis 361.
— reticulatus 361.
- sativus 360.
— speciosus 361.
Crocus variegatus 361.
— vernus 361.
— -zwiebel 1819.
Crosnes du Japon 2054.
Crossopteryx africana 1276.
Cross river ebony 1559.
Crotalaria burhia 460, 581.
— Cunninghamii 316, 318.
— incana 316, 318.
— intermedia 459.
— juncea 459, 578, **581**.
— retusa 316, 318, 460, 581.
— striata 460, 581.
— tenuifolia 459, 582.
— turgida 316, 318.
— usaramoensis 460, 584.
Crotin 198.
Croton aromaticus 384.
— draco 385, 890, 1044.
— eluteria 121.
— erythraeum 890.
— gossypifolium 385, 1044.
— hibiscifolium 890.
— lacciferum, 384. 1049.
— moluccanum 751, 855.
— oblongifolium 733.
— pavana 733.
— polyandrus 733.
— polycarpum 890.
— pseudochina 128.
— -rinde 128.
— sebiferum 722, 1244.
— tiglium 46, 198, 207, 733, 890, 1049.
— tinctorium 291, 317, 347.
— verbascifolium 317.
Crotularia 42.
Crozophora tinctoria 291.
Cruciferae (Alkaloide) 40.
— (äther. Öle) 73, 96.
- (Bitterst.) 132.
— (Farbst.) 277, 316, 317, 336.
- (Öle) 725, 782, 787.
— (Labenzyme) 207.
- (Saponine) 1821.
- (Vitamine) 2003.
— (Zucker) 2047.
Crypteronia Cumingii 1261.
— leptostachys 1261.
paniculata 1261.
— pubescens 1261.
Cryptocarya densiflora 1225.
— guayanensis 1225.
- Mandioccana 1225.
— membranacea 1225.
— moschata 1225.
Cryptolepis oblongifolia 479.
Cryptomeria japonica 1208, 1302.
Cryptopin 39.
Cryptostegia grandiflora 478, 1760.
Cryptostegia madagascariensis 478, 1761.
Crystallina 2095.
Cuajo 760.
Cuapnia edulis 785.
Cuayavillo 1563.
Cuba grass 439.
Cubaholz 1374.
Cuban pine 1205, 1293.
Cubeben 129.
Cubebenkampfer 129.
Cubebensäure 129.
Cubebin 129.
Cubi 1225.
Cucharero 1454.
Cudbear 342.
Cucumbertree 1221.
Cucumis citrullus 727.
— melo 148, 727, 2054.
— myriocarpus 151.
— sativus 2054.
Cucurbita 1802.
Cucurbitaceae (Bitterst.) 120, 122, 131, 133, 134, 148, 149, 151, 156, 171, 172.
— (Fas.) 480.
— (Labenzyme) 208.
— (Öle) 726.
— (Saponine) 1827.
— (Stärke) 1961.
— (Wachse) 2016.
— (Zucker) 2054.
Cucurbita citrullus 727.
— pepo 480, 726, 2055.
Cuernava 1562.
Cuerorinde 887, 931.
Cufrol 1117.
Culcitium canescens 480.
Cullenia zeylanica 1253.
Cù-maí 1973.
Cumarin 87, 1806.
Cumarsäure 1806.
Cumbeeharz 1082.
Cuminaldehyd 85, 102.
Cuminalkohol 83.
Cuminum cyminum 799.
Cuninghamia sinensis 1204, 1207.
Cunninghamie, chinesische 1204.
Cunonia capensis 1226, 1267.
Cunoniaceae (Gerbst.) 851, 890.
— (Hölzer) 1226.
Cù-ô-rông 1973.
Cupang 1231.
Cupania glabra 1249.
— regularis 1824.
Cuparin 133.
Cupped oak 1356.
Cuprearinde 55.
Cuprein 53, 54.
Cupren 1798.

Cupressiaceae (Fas.) 435.
Cupressineae (Bitterst.) 140.
— (Farbst.) 268.
— (Gerbst.) 867.
Cupress-powder 1956.
Cupressus sempervirens 724, (1208), 1306.
— torulosa 1208.
Curaçaloin 242.
Curaçao-Aloë 242.
Curaloin 114.
Curupay 1231.
Curare 48, 49.
Curarin 46.
— (Nachweis) 30.
Curatella americana 1255.
Curcas purgans 733.
Curcasöl 733.
Curcuma angustifolia (1958), 1978.
— aromatica 1958.
— leucorrhiza (1958), 1978.
— longa 223, 226, 452, 1958.
— montana 1958.
— rotunda 226.
— rubescens (1958).
— viridiflora 227.
Curcumin 223.
Curculigo latifolia 452.
— recurvata 452.
— seychellensis 452.
Curin 49.
Curry powder 226.
Curtidor 885, 886, 887.
Curtisia faginea 1267.
Curtizera 1594.
Curuapalme 773.
Curuapalmöl 773.
Cury 1204.
Curybia moschata 134.
Cuscamidin 55.
Cuscanin 55.
Cuscochina 55.
Cuscohygrin 44.
Cusconidin 55.
Cusconin 53.
Cus-cus 439.
Cuscuta epilinum 527.
Cusparein 45.
Cusparia dichotoma 45.
— febrifuga 45.
— trifoliata 45, 115.
Cusparidin 45.
Cusparin 45.
Cusparinde 45.
Cuspidatin 241.
Cutch 895.
Cutiloid 1866.
Cuttings 562.
Cyanidin 251.
Cyanidinchloride 253.
Cyaninchlorid 253.
Cyanomaklurin 248, 281.
Cyatheaceae (Fas.) 434, 518.
Cyathocalyx bancanus 459.
— zeylanicus 1223.
Cycadaceae (Fas.) 435.
— (Stärke) 1954.
Cycas circinalis 435, 1954.
— inermis 1954.
— neocaledonica 1954.
— revoluta 1954.
Cyclamen europaeum 1821.
Cyclamin 1821.
Cyclanthaceae (Fas.) 447.
Cyclicodaphne Wightiana 746.
Cyclite 2036.
Cydonia cydonia 1863.
— europaea 1863.
— oblonga 1863.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— vulgaris 780, 1863, 2048.
Cygnin 42.
Cylarpalme 443.
Cymbalacrin 130.
Cymbalarin 129.
Cymbalarosmin 130.
Cymbopogon citratus 88.
— confertiflorus 102.
— flexuosus 87.
— Martini 91.
— Nardus 102, 439.
— Winterianus 102.
Cymol 74, 85, 97, 99, 101, 102.
Cynanchum extensum 478.
— ovalifolium 1761.
— vincetoxicum 1825.
Cynara cardunculus 208.
— scolymus 130, 208, 2055.
Cynarase 207.
Cynareae (Bitterst.) 126.
Cynarin 130.
Cynips calicis 830, 957.
— gallae tinctoriae 950.
— hungarica 957.
— insana 953.
— Kollari 956.
— lignicola 955.
— quercus calicis 957.
— quercus infectoriae 950.
— tinctoria 953, 955.
Cynisin 126.
Cynoctonin 37.
Cynoglossin 50, 51.
Cynoglossum officinale 50.
Cynometra racemosa 1073.
— ramiflora 1231.
— sessiliflora 1068.
— Spruceana 1065.
Cyperaceae (Fas.) 441.
— (Öle) 736.
— (Stärke) 1955.
Cyperus avenaria 441.
— edulis 1955.
Cyperus esculentus 707, 730, 1955.
— diffusus 441.
— korymbosus 441.
— ligerica 441.
— malaccensis 441.
— paniculata 441.
— papyrus 441, 677.
— praecox 441.
— Schimperianus 441.
— tegetum 441.
— textilis 441.
— unitans 441.
usitatus 1955.
Cypholophus macrocephalus 458.
Cyrillaceae (Hölzer) 1246.
Cyrilla racemiflora 1246.
Cyrtanthus pallidus 35.
Cyrtosperma edule 1957.
Cytase 202.
Cytisin 42.
— (Nachweis) 30.
Cytisus alpinus 42, 1446.
— laburnum 42, 748, (1235), 1445.
— purgans 248.
— scoparius 261, 461.
Czatak 1955.

D

Dabdabbi 1250.
Dabdabi 1240.
Dab grass 440.
Dabkar 1226.
Dacca 562.
Dacriodes hexandra 1040.
Dacrydium cupressinum 1203.
— Franklinii 1203.
— westlandicum 1203.
Daemia aethiopica 478.
— angolensis 478.
— cordifolia 478.
— extensa 478.
Daemonorops accedens 1044.
— draco 225, 385, 1044.
— draconocellus 1044.
— Forbesii 445.
— hystrix 445.
— mirabilis 445.
— Rumphii 445.
— spec. 445.
Dagger plant 449.
Dahlia 34, 253.
— -rot 378.
— variabilis 1802, 2037, 2055.
Dais cotinifolia 475.
Daisee 562.
Dakamballistärke 1959.
Dalbergia arborea 748.
— cultrata 1236.
— Cumingiana 1236.

Dalbergia latifolia 1235, 1539.
- melanoxylon (1236), 1269, 1568.
— melanoxylon rubra 1560.
— nigra 1236, 1437, 1438, 1539, 1540.
- nigra-Holz **1437**.
— sissoa 1236, 1539.
Dalby Myall 1230.
Daliopsis africana 1824.
Dall 1973.
Dama 1274.
Damadi 1561.
Damaratanne 1204.
Damascenin 37, 152.
Damaszenertraube 2067.
Dambonit 2037.
Dambose 2037.
Daminablätter 172.
Daminne 1252.
Dammar **1041**.
Dammara alba 1041.
— australis 128, 1070, 1071.
- orientalis 128, 1041, 1071.
- - ovata 1070.
Dammar batu 1043, 1071.
— Kandis 1058.
— Kedemut 1043.
- (Löslichkeit) 1099.
Dammarolsäure 1042.
Dammarresene 1042.
Dammar tubang 1043.
Damo 1571.
Damshing 1277
Daniellia Klainei 1232.
Danny palm 447.
Danshi 681.
Dantoeng 1742.
Dao 1245.
Dapdap 1237, 1594.
Daphnandra micrantha 39.
Daphnandrin 39.
Daphne alpina 256.
- bholua 474.
— brasiliensis 474.
— cannabina 474, 663.
cnidium 797, 858.
- composita 474.
— involucra 474.
— lagetta 474.
— leguizamonis 474.
- mezereum 126, 256, 474, 797.
papyracea 474.
— pendula 474.
— pillopillo 475.
- pseudomezereum 474.
- racemosa 474.
- tinifolia 474.
— Wallichii 474.
Daphnetin 256.
Daphnidium pulcherrimum 1226.
Daphnin 256.
Daphniphyllin 46.
Daphniphyllum bancanum 46
Daphnolin 39.
Daphnopsis brasiliensis 474.
Dar 1219.
Dara 442.
Dardanellenvalonen 913.
Darling plum 1250.
Darlington oak 1357.
Darutin 130.
Darutyn 130.
Dasylirion glaucophyllum 450.
— graminifolium 450.
— texanum 450.
Date plum 1568.
Datisca cannabina 130, 277 373, 473.
Datiscaceae (Bitterst.) 130.
— (Farbst.) 277, 373.
— (Fas.) 473.
— (Hölzer) 1260.
Datiscagelb 277, 373.
Datiscawurzel 373.
Datiscetin 130, 373.
Datiscin 130, 373.
Dattel **2073**.
— -brot 2075.
- - chinesische 1250.
— -feige, mexikanische 1270.
— -honig 2075.
— -kaffee 2076.
— -palme 442, (2056), 2102, 2104.
— -palme, echte 2073.
— -palme (Hölzer) 1210.
— -palmenholz **1310**.
— -pflaume 730.
— -pflaume, chinesische 2054.
— -pflaume, virginische 2054.
— -pflaumenholz, schwarzes 1270, 1569.
— -pflaumenholz, virginisches 1568.
— -samenöl 774.
— wilde 2074.
Datura 51.
— arborea 52.
— fastuosa 52.
— metel 51, 52.
— meteloides 52.
— -öl 795.
— quercifolia 52.
— stramonium 51, 52, 208, 795.
Daucin 48.
Daucus carota 48, 247, 799, 2021, 2052.
Dauerhefe 1117.
Dauri 1500.
Davallia 1818.
Davoli 440.
Dawa 1249.
Dead Borneo 1745.
Dead-Sea apples 953.
Debaryomyces 1109.
Debregeasia edulis 457.
— hypoleuca 457.
— velutina 457.
— Wallichiana 457.
Deccan hemp 578.
Deguelia robusta 1237.
— timoriensis 462.
Dehydrocorydalin 41.
Dejanira-Bitterstoff 130.
— erubescens 130.
— nervosa 130.
Deleb 1210.
Delebpalme 443, 2105.
Delebpalmenholz **1311**.
Delokansäure 373.
Delphinidin 251.
Delphinidinchloride 253.
Delphinin 37.
Delphininchlorid 253.
Delphinium bicolor 37.
— consolida 37, 253, 262, 777, 1801.
— Menziesii 37.
— Nelsonii 37.
— scopulorum 37.
- staphisagria 37.
— zalil 263, 277.
Delphinsäure 1803.
Delphocurarin 37.
Dematium Chodati 1110.
Demerarakopal 1073.
Demeraramahagoni 1474, 1484, 1486, 1490.
Dendrobium utile 452.
Dendrocalamus giganteus 1210.
— spec. 440.
— strictus 1209.
Denjifaser 584.
Deodar 1204.
Depside 828.
Derrid 130.
Derris elliptica 130, 172.
— robusta 1237.
— scandens 462.
— Stuhlmanni 889.
— uliginosa 462, 1822.
Desert milkweed 1760.
Desmodium latifolium 462.
— leiocarpum 462.
— tiliaefolium 462.
Desoxyisosantalin 352.
Desoxysantalin 349.
Detarium senegalense 1484, 1486.
Detarr-Mahagoni 1484, 1486.
Deutzia scabra 1226.

Devil nettle 456.
— -wood 1271.
Dextrin 1947.
Dextrinsäure 1942.
Dextrose 2033.
Dezylaldehyd 85, 87, 90, 94.
Dezylalkohol 81.
Dhai 452.
Dhak 226, 1237.
Dhamann 466.
Dhamman 1252.
Dhamni 1252.
Dhaura 1263.
Dhengah 1273.
Dhofar wild cotton 481.
Dhup 1239.
Dhurra 352.
Dialium connaroides 1233
— guineense 1233.
— indum 1233.
— nitidum 1809.
— spec. 1233, 1868.
Dialose 1868.
Diamalt 202.
Diamylose 1952.
Dianella cerulea 450.
— elegans 449.
— laevis 450.
— longifolia 450.
— revoluta 450.
— tasmanica 450.
Dianthus caryophyllus 1820.
Diar 1204.
Diastafor 202.
Diastasen 201.
Diazetyl 74, 76.
Diazobenzolmaklurin 226.
Dibindi 1239.
Dicalyx aluminosus 862.
Dicentra formosa 41.
— pusilla 41.
Dicentrin 41.
Dichopsis Krantziana 1734.
— polyanthum 1268.
Dichrostachys cinerea 460, 1231.
— nutans 460, 1231, 1560.
Dicköl 751.
Dicksonia culcita 434.
— Menziesii 434.
Diconchicin 53.
Dicorynia paraensis 1233.
Dicotoin 130.
Dictyopteris irregularis 434.
Dictyosperma fibrosum 445, 646.
— -Piassave 646.
Dicypellium caryophyllatum 1225, 1392, 1540.
Didelotia africana 1232.
Didymopanax Morototoni 476, 1266.
Diervilla 56.
— japonica 1827.
— lutea 1827.
Diflavon 256.
Digitalis ambigua 1825.
— -blätter 260.
— grandiflora 1825.
— purpurea 1825.
Digitalysat 1825.
Digitaria longiflora 738.
Digitoflavon 260.
Digitonin 1825.
Dihydrocarveol 85, 86.
Dihydrocarvon 86.
Dihydrocuminalkohol 76.
Dihydrocymol 74.
Dihydrotanazeten 95.
Dikabutter 792.
Dikafett 792.
Dikamali 1276.
Dikkamaly 1082.
Dilifu 1242.
Dillenia aurea 1255.
Dilleniaceae (Fas.) 473.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1255.
Dillenia elata 1255.
— elliptica 858.
— indica 1255.
— ovata 1255.
— pentagyna 473, 1255.
— scrabrella 858.
— speciosa 858, 1255.
— triquetra 1255.
Dillöl 799.
Dilodendron bipinnatum 785.
Dimethoxystilben 75.
Dimethylfurfurol 90.
Dimethylinosit 2037.
Dimethylostärke 1944.
Dimethylsulfid 80, 93.
Dimorphandra excelsa 1232.
— mora 1375.
Dinjongoholz **1577**.
Dinkelstärke 1962.
Dioclea Boykinii 1960.
Dioon edule 1954.
Diorsellinsäure 339.
Dioscin 1818.
Dioscorea abyssinica 1974.
— alata 1924, 1973.
— arifida 1974.
— batatas 1973, 1974.
— bulbifera 1974.
— cayenensis 1974.
Dioscoreaceae (Alkal.) 36.
— (Stärke) 1958.
Dioscorea cirrhosa 1973.
Dioscoreae, versch. (1958).
Dioscorea dumetorum 1974.
Dioscorea eburnea 1974.
— elephantopus 1958.
— esculenta 1974.
— hirsuta 36, 1819.
— -Knollen 193.
— Liebrechtsiana 1974.
— minutiflora 1974.
— occidentalis 1974.
— oppositifolia 1973.
— paniculata 1819.
— rotundata 1974.
— Tokoro 1818.
— triphylla var. dumetorum 1974.
— villosa 1819, 1974.
Dioscoreenstärke **1973**.
Dioscorin 36.
Diospyros assimilis 1558.
— atropurpurea 1269, 1558.
— bipindensis 1560.
— Candolleana 1559.
— chloroxylon 1270, 1559, 1566.
— chrysophyllos 1270, 1566.
— crassiflora 1560.
— crumenata 1559.
— dendo 1269, 1559.
— discolor 1270, 1565.
— ebenaster (1269), 1270, 1562, 1566.
— -Ebenhölzer **1536**.
— ebenum (1269), 1558, 1563.
— ehretoides 1558.
— embryopteris (1269), 1558.
— evila 1559.
— flavescens 1559.
— foliolosa 1558, 1559.
— foliosa 1566.
— Gardneri 1558, 1563.
— haplostylis (1269), 1442, 1560.
— hirsuta (1270), 1563.
— humilis 1558.
— incarnata 1270, 1567.
— insignis 1558, 1563.
— kaki 1558, 1569, 2054.
— Karzii 1270, 1558, 1568.
— lotus 1270, 1559, 2053.
— malacapai 1270, 1565, 1566.
— martabanica 1559.
— melanida 1270, 1566.
— melanoxylon 862, (1269), 1558, 1561.
— mespiliformis 1269, 1560.
— microphylla 1558.
— microrhombus (1269), 1442, 1566.
— mindanaensis 1565.
— monbuttensis 1269, 1560
— montana (1269), 1559, 1562
— montana var. cordifolia 1562.

Diospyros multiflora 1270, 1565.
- nilagirica 1559.
- nitida 1565.
— oocarpa 1558.
- oppositifolia 1558, 1563, 1564.
— ovalifolia 1558.
- peregrina (1269), 1562.
- Perrieri 1270, 1560.
— philippensis 1270, 1566, 2054.
— philosanthera 1270, 1565.
- pyrrhocarpa 1559.
- quaesita 1564, 1558.
— ramiflora (1269), 1562.
- rubra 1270, 1561.
- sabota 862.
— silvatica (1269), 1558, 1562.
- spec. 1560.
suaveolens 1560.
- tesselaria 1269, 1561.
— tetrasperma 1566.
- texana 1270, 1569.
- tomentosa 1561.
- tomentosum 1558.
- toposia 1559.
— tricolor 1270.
- tupru (1269), 1558, 1562.
- Twaitesii 1558.
— virginiana 730, (1270), 1568, 2054.
— undulata 1558.
Dioxyxanthon 306.
Dioxyanthrachinon s. Alizarin.
Dioxyanthrachinon-Carbonsäure 240.
Dioxyapigenin 258.
Dioxybernsteinsäure 1809.
Dioxyellagsäure 309.
Dioxyflavon 125, 256.
Dioxyflavonol 262.
Dioxykumarin 256.
Dioxymethylanthrachinon 240, 244.
Dioxy-oxymethylenanthrachinon 240.
Dipenton 74, 80, 83, 85, 87, 89, 90, 91, 97, 102.
Dipholis montana 1268.
— nigra 1268.
— salicifolia 1268.
Diphyllin 40.
Diphysa floribunda 1235.
— racemosa 1235.
Diploclisia macrocarpa 1821.
Diploglottis australis 1249.
Diploknema sebifera 729.
Diplolepis gallae tinctoriae 950.
Diplophractum auriculatum 466.
Diplorhynchus mossambicensis 1745.
Diploschistessäure 1806.
Diploschistes scuposus 1806.
Diplothemium littorale 446.
Dipsacaceae (Saponine) 1827.
Dipterocarpaceae (Bitterst.) 137.
— (Fas.) 473.
— (Gerbst.) 858.
— (Harze) 1041, 1043, 1057.
— (Hölzer) 1257, 1385, 1474, 1475.
— (Öle) 728.
Dipterocarpus alatus 1057.
- angustifolius 1057.
- ceylanicus 1057.
- eurhynchus 1043.
— glandulosa 729.
- gracilis 1057.
— grandiflorus 1257.
— hispidus 1057.
— incanus 1057.
- insularis 1257.
- Jourdainii 735.
— laevis 1257.
— litoralis 1057.
— pilosus 1257.
— retusus 1057.
— Spanoghei 473.
— trinervis 1057.
— tuberculatus 895, 1257.
— turbinatus 1057, 1058, 1257.
Dipteryx odorata 748, 889.
Diptychandra epunctata 1234.
Dirca occidentalis 475.
— palustris 475.
Disaccharasen 203.
Discomyceten (Farbst.) 376.
Disoxylon Lessertianum 1503.
Dispopo 603, **617**.
Diss 437.
Distelöl 745.
Distemonanthus Benthamianus 1233.
Distylium racemosum 1226.
Dita 1594.
Ditain 50.
Dita-Mahagoni 1484, 1486.
Ditamin 50.
Ditorinde 50.
Diu-rang 1756.
Dividivi 308, 854, 928.
— falsche 930.
— -gerbstoff 831.
— (Gerbstoffgehalt) 819.
— -schoten (Gerbstoffgehalt) 831.
Diwa 452.
Diwidiwi 854.
Diyapara 1255.
Djamboe 859.
Djambu monjet 1009.
Djaran 1245.
Djati 1578, 1581.
— agel Rembang 1582.
— daging-utang 1582.
— doreng 1582.
— duri 1582.
— duru 1582.
— echter 1582.
— -gembol 1582.
— Kapur 1582.
- Kelor 1582.
- Kijong 1582.
— Kunis 1582.
- lango 1582.
— lulup 1582.
— malam 1582.
— minjak 1582.
- ri 1582.
— sungguh 1582.
— temen 1582.
— Werut 1583.
— wung-wang 1583.
Djaveöl 788.
Djedk-i-Ardjin 1011.
Djelutung (1742), 1745.
Djengkol 1228.
Djerjun 998.
Djoerang 457.
Djoë y 1253.
Djom 1528.
Djongkang 1740.
Dob 1714.
Dobera loranthifolia 1271.
Dock 445.
Dodonaea 1824.
— viscosa 1249, 1454.
Döggut 867.
Dogtorth 439.
Dogwood 1267, 1516, 1524, 1525.
Dolichandra cynanchoides 480.
Dolichandrone atrovirens 1275.
— falcata 480, 1275.
— longissima 1275, 1319.
— Rheedii 1275.
— stipulata 1275.
Dolichos bulbosus 1960.
— esculentus 1959.
— lablab 775, 1959.
— mammosus 1960.
— multiflorus 1960.
— purpureus 1959.
— Seineri 1959.
— sinensis 1959.
— soja 792.
— speciosus 1822.
Doll 1973.
Dolo 1272.
Dombaöl 738.
Dombeya acutangula 472.

Dombeya cannabina 472.
— platanifolia 472.
Domingogelbholz 1374.
Dominikapockholz 1453.
Dom sal 1222.
Donax arundastrum 453.
— canniformis 453.
Doncella 1249.
Doog 1973.
Doolb 1404.
Doona congestiflora 1258.
— zeylanica 1258.
Doranaöl 729.
Doratoxylon mauritianum 1249.
Dorema ammoniacum 1032.
Dornbaum 1003.
Doryanthes excelsa 452.
— Guilfoylei 452.
— Palmeri 452.
Doti 1236, 1536.
Dottergelbholz **1509**.
Dotterweide 1321.
Double cocoanut palm 444.
Dougall fibre 458.
Douglasfichte 98.
Douglas fir 1284.
Douglasie 1284.
— grüne 1284.
Douglas spruce 1284.
Douglastanne, blaue 1286.
— großfrüchtige 1206, 1286.
— grüne 1286.
— japanische 1206, 1285.
Douglastannenholz **1284**.
Doum palm 443.
Down cone fir 1207.
Dowra 562.
Doyly yam 1973.
Drabi 1736.
Dracaena ambet 385.
— arborea 1818.
— australis 385.
— Boerhavi 385.
— cinnabari 225, 385, 1044.
— draco 225, 385, 450, 1044.
— papahu 450.
— rubra 385, 2045.
— -saponin 1818.
— schizantha 385.
Dracaenoideae (Stärke) 1957.
Drachenblut 224, 385, **1044**, 2045.
— -baum 450.
— (Löslichkeit) 1099.
— mexikanisches 890.
— von Sokotra 1044.
— westindisches 855.
Dracoalban 386, 1044.
Dracocephalum cristatum 745.
Dracontium polyphyllum 1956.
Dracontomelum dao 1245.
Dracoresen 386, 1044.
Dracoresinotannol 1044.
Dracorubin 386.
— -papier 1044.
— -probe 386.
Dracunculus vulgaris 1957.
Dragomestra 913.
Drawi 1500.
Dregea volubilis 478.
Drepananthus ramuliflorus459.
Dreschleim 525.
Drilo 914.
Drillo 914.
Drimin 131.
Drimol 131.
Drimycarpus racemosa 1266.
Drimys-Bitterstoff 131.
Drimys granatensis 129, 131.
— Winteri 129, 131, 850, 1222.
Drooping juniper 1209.
— myrtle 1263.
Dropping gum 889.
Droseraceae (Farbst.) 230.
Drosera Whittakeri 230.
Dryandra vernicea 1049.
Drylo 914.
Dryllo 914.
Drymin 131.
Dryobalanops aromatica 104.
Drypetes ilicifolia 1243.
Dschin-dschen 1852.
Dschungelholz **1606**.
Duabanga grandiflora 1261.
Duakobin 1234.
Dubina-Mahagoni 1484, 1487.
Dubini-Mahagoni 1487.
Duboisia myoporoides 51.
Duboisin 51.
Duck oak 1354.
Dudhi 1273.
Dudhia sagun 1583.
Dudippa 1276.
Dudla 1244.
Duguah 1223.
Duguetia quitarensis 1222
Dugura 1240.
Duhat 2008.
Duhnul-Balsam 1078.
Dukalli 1736.
Duku 2049.
Dulcamarin 169.
Dulcit 2036.
Dumoria Heckeli 785.
Dumoributter 785.
Dum Palme 443, 1310.
Dun 1258.
Dunchee fibre 462.
Dundatha pine 1204.
Düngerhefe 1117.
Dünnkraut 383.
Durangokautschuk 1769.
Duranta brachypoda 1825.
Duranta Ellisia 1825.
— Plumieri 1825, 2021.
— rostrata 1825.
Durazzo 913.
Durazzovalonen 913, 916.
Durianbaum 2050.
Durio Zibethimus 2050.
Dürlitze 2053.
Durobbi 1263.
Durra 2085.
— -samenöl 738.
-santalin 353.
Durrhin 1804.
Durro 439.
Durvillaea utilis 1856.
Duwa 440.
D-Vitamin 2000.
Dwabote 1252.
Dwanee 1253.
Dwarf chestnut oak 1350.
Dwarf pine 1205.
Dyckia Glaziovii 448.
Dyera 1745.
— costulata 1746.
— laxiflora 1746.
— Lowii 1746.
Dyers broom 248.
— greenweed 248.
— oak 1361.
weed 259.
— woodruff 236.
Dypsis nodifera 445.
Dysoxylum amooroides 1242.
— Bailloni 1242.
— Fraserianum 1242, 1501, 1502.
— Loureiri 1386.
— Muelleri 1242, 1470.
— spectabile 1242.
Dyss 437.

E

Eagle wood 1260.
Eamattina 916.
East African sandalwood 1387.
Eastern plane 1404.
— white pine 1293.
East Indian mahogany 1499.
— Indian walnut 1229, 1327.
London boxwood 1272, 1507, 1508.
Eastwood 890.
Eban 1563.
Ebano 1563, 1565.
— real 1566.
— verde 1442.
— von Mexiko 1566.
Ebenaceae (Gerbst.) 862.
— (Hölzer) 1269, 1458, 1558, 1559, 1560, 1561, 1562, 1563, 1564, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569.

Ebenaceae (Öle) 730.
— (Zucker) 2053.
Ebène 1559.
— d'Ikelemba 1270, 1567.
— verte 1566.
Ebenholz 1270.
— afrikanisches **1559**.
— amerikanisches 1235.
— blaues 371, 1419.
— braunes 1566.
— der Antillen 1470.
Ebenholz, gelbes 1566.
— gestreiftes 1564.
— grünes 364, 1270, **1566**.
— Handelssorten 1558.
— indisches 1561.
— rotes 1270.
— von Acapulco 1270, **1566**.
— von Cuernavaca 1270, **1566**.
— von Ikelemba **1567**.
— von Nordindien 1561.
— weißes 1270, 1565, 1566.
Ebenhölzer **1556**.
— malaiische **1566**.
Eberesche 2048.
— gemeine 1407.
Ebereschenbeere 1803.
Eberraute 56.
Ebino 436.
Ebony 1269, (1568).
Ecballium elaterium 131.
Ecdysanthera annamensis 1746.
— cambodiensis 1746.
— Godefroyana 1746.
— Langbiani 1746.
— linearicarpa 1746.
— micrantha 1746.
— pedunculosa 1747, (1756).
— Quintareti 1747.
— Tournieri 1747.
Ecgonin 44.
Echechébaum 1262.
Echeveria glauca 1803.
— secunda 1803, 1804.
Echinocactus 47.
Echinocarpus dasycarpus 1251.
Echinocystis fabacea 1827.
Echinopsin 56.
Echinopsöl 745.
Echinops persicus 2062.
— ritro 56, 745.
— viscosus 993.
Echitamin 50.
Echitenin 50.
Echites antidyssenterica 50.
— grandiflora 477.
— longiflora 477.
— religiosa 316, 319.
— scholaris 50, 319.
Echium vulgare 51, 246.
Ecklonia bicyclis 1902.
— cava 1902.
Ecorce de bois de Natte grande 861.
— de bois de Natte petite 861.
— de filao 846, 885.
— de Xosse 55.
— d'orme pyramidal 1858.
— du jacquier 281, 849.
Edangkorna 1275.
Eddo 1971.
Eddoas kalo 1971.
Edelkastanie 669, 1213, 2037, 2046.
— amerikanische 1213.
— (Gerbstoffgehalt) 832.
Edelkastanienholz 667, **1340**.
Edelkastanienstärke **1979**.
Edeltanne 1207, 1286.
Edeltannennadelöl 79.
Edeltannenzapfenöl 79.
Edelteak (1460).
Edelteakholz (1587).
Edestin 194.
Edgeworthia chrysantha 474, 671.
— -faser 671.
— Gardneri 474, 663, 671, 681.
— papyrifera 474, 663, 671.
Edible date 1210.
Edible-fruited padouk 1434.
Edjun-Mahagoni 1484, 1486.
Edon 195.
Edredon végétale 512.
Edundu 1415.
Efeuharz 1032.
Effno-Mahagoni 1484, 1487.
Ehretia abyssinica 1273.
— laevis 1273.
Eibe 34.
— gemeine 1282.
Eibeglifeigen 2072.
Eibe, japanische 1204, 1216, 1266.
Eibenblättrige Torreye 1204.
Eibenholz **1282**.
Eibenzypresse 1301.
Eibe, pazifische 1204.
Eibischblätter **1884**.
Eibischblüten **1884**, **1887**.
Eibisch, echter 469.
Eibischwurzel **1884**.
Eiche, adriatische 1356.
— afrikanische 1376, 1532.
— brasilianische 1276.
— dickfrüchtige 1347.
— französische 1353
— gedrängtfrüchtige 1347.
— gesägtblättrige 1216.
— goldschuppige 1215, 1362.
— großfrüchtige 1214.
— indische 1578.
Eiche, kastanienblättrige **1216**.
— keilblättrige 1355.
— langfrüchtige 1348.
Eichelöl 730.
Eichelstärke 1958.
Eichelzucker 2036, 2046.
Eichen, Einteilung 1345.
— -gerbsäure 2036.
— -gerbstoffe 833, 848.
— -grobrinde 870.
— -holz, afrikanisches 1243, 1583.
— -hölzer **1344**.
— -holzhandel, amerikanischer 1366.
— -holz, spanisches 1355.
— immergrüne 1344, 1362.
— japanische **1365**.
— -manna 2061.
— -mistel 1861.
— -mistel, echte 1860.
— -rinde 308.
— -rinde (Gerbstoffgehalt) 819.
— -rinden 868.
— slavonische 1353.
Eiche, österreichische 1356.
— spanische 1355.
— spitzblättrige 1216.
— türkische 1356.
— ungarische 1347.
— weichhaarige 1353.
Eichhornia azurea 448.
— crassipes 448.
— speciosa 448.
Eierschwamm 197.
Einbeerensamenöl 792.
Einhornstärke 1962.
Eiseneiche 1215, 1350.
Eisenholz 1221, 1229, 1230, 1231, 1234, 1235, 1246, 1249, 1268, 1316, 1390, 1532.
Eisenholz, ostindisches 1257.
— rotes 1250.
— von Jamaika 1238.
— von Tasmanien 1271.
— von Transkaukasien 1226.
— weißes 1238, 1249.
— weißes, von Mauritius 1268.
— westindisches 1250, 1274, 1277.
Eisenholzbaum 149, 473, 1257.
Eisenhölzer **1314**.
Eisenhutknollen 37.
Eisenrindenbaum 1265, 1546.
Eisenrindenholz 1265.
Eiweißkörper (Bausteine) 192.
— (Farbenreaktionen) 191.
— (Gruppenreaktionen) 192.
Eiweißstoffe **190**.
Ejem 1229.
Ejóo 445.

Eju 445, 646.
Ekanda rubber 1761.
Ekeberyia Meyeri 1242.
Ekonge 1530.
Elaeagnaceae (Hölzer) 1260.
— (Zucker) 2052.
Elaeagnus angustifolia 1260.
Elaeis butyracea 773.
— guineensis 446, 766, 772, 773.
— melanococca 446, 766, 769, 772.
— nigrescens 769.
— pisifera 769.
— rapanda 769.
— sempernigra 769.
— virescens 769.
Elaeocarpaceae (Bitterst.) 131.
— (Gerbst.) 886.
— (Hölzer) 1250.
— (Kautsch.) 1734.
— (Saponine) 1822.
Elaeocarpid 131.
Elaeocarpus Bancroftii 1454.
— copaliferus 728.
— cyaneus 1250.
— dentatus 857, 885, 1250.
— grandiflorus 131, 1822.
— grandis 1250.
— Hookerianus 857.
— Kirtoni 1251.
— lancaefolius 1251.
— macrophyllus 1822.
— ovalis 1822.
— persicifolius 1250.
Elaeococca cordata 1049.
— vernicia 1049.
Elaeostearinsäure 742.
Elangobaumholz **1607**.
Ela palol 1275.
Elaterin 131.
Elattostachys 1824.
Elbentraube 2067.
Elder 1272.
Electora ochroleuca 342.
Elefantenläuse 715.
Elem 1392.
Elemefeigen 2072.
Elemi 1040.
— -Bitterstoffe 132.
— -harze **1045**.
— -harze, Zusammensetzung 1046, 1048.
— -harz v. belg. Kongo 1045.
— (Löslichkeit) 1099.
— von Guayana 1045.
— von Mexiko 1045.
— von Ocumé 1045.
— von Rio 1045.
Yukatan 1045.
Elephant apple 1239.
Elettaria cardamomum 83.
Eleusine coracana 437.
— indica 437.
Ellagengerbsäure 308.
Ellagsäure 307, 821.
Ellagsäuregerbstoffe 832.
Elm bark 1858.
Elon 1417.
Elsbeerbaumholz **1406**.
Embira brenca 474.
Embothrium coccineum 1220.
Embrevade 463.
Emetin 55.
Emido-Mahagoni 1484, 1487.
Emigbegeri 1241.
Emmerstärke 1962.
Emodin 222, 240, 241.
Emodinmonomethyläther 240, 241.
Empetraceae (Bitterst.) 173.
— (Wachse) 2016.
Empetrum nigrum 173, 2016.
Emplastrum frigidum 1870.
Emulsin 77, 204.
Enalus acoroides 436.
Enantia chlorantha 1222, 1393.
Enargea radicans 451.
Encephalarthus caffer 987, 1954.
— horridus 987.
— lanuginosus 1954.
— sp. 987.
Encina 1362.
Encinaholz 1363.
Endiandra glauca 1226, 1583.
Endivie 2055.
Endomyces crualis 717.
Endotrichia cervicornis 1851.
Endotryptase 205.
Endrachium 1273.
Energin 195.
Engelhardtia spicata 1041, 1212, 1327.
— Roxburghiana 847.
Engelmannfichte 1206.
Engelwarz 74.
Engessangöl 734.
English walnut 1330.
Eng tree 1257.
Enkahangfett 729.
En-shu 1235.
Entada polystachya 1821.
— scandens 460, 747, 1821
— sudanica 991.
Entandophragma (1470).
— angolense 1241, 1486, 1487.
— Bussei 1485, 1487.
— Candollei 1241, 1483, 1484, 1486, 1487, (1492), 1493.
— cylindricum 1241, 1484, 1485, 1486, 1487, 1494.
— excelsum 1484, 1486, 1487, 1496.
Entandophragma ferrugineum 1484, 1485, 1486, 1487.
— -hölzer **1492**.
— macrophyllum 1241, 1484, 1485, 1486, 1487, 1495.
— Pierrei 1241, 1484, 1487, 1493, (1498).
— Rederi 1241, 1485, 1486, 1487, 1495.
— rufum 1484, 1485, 1487.
— septentrionale 1241, 1484, 1485, 1486, 1487, 1493.
— speciosum 1497.
— utile 1484, 1485, 1486, 1487, 1496.
Entelea arborescens 465, 1251.
— palmata 466.
Enterolobium cyclocarpum 990.
— ellipticum 990, 1228, 1231.
— timbouva 1822.
Enteromorpha compressa 197.
Entire-leaved elm 1219.
En wiwan 1254.
Enzianwurzel 307, 2041.
Enzina 874.
Enzyme **199**.
— der Gummis 981.
Enzym Lotase 259.
Enzymoretine 1027.
Eon 1417.
Epacridaceae (Bitterst.) 173.
Epacris 173.
Eperua falcata 1233.
Ephedra vulgaris 34.
— vulgaris var. helvetica 34.
Ephedrin 34.
Epicampes macroura 439.
— rigens 440.
— stricta 439.
Epicéa commun 1288.
Epikatechine 834, 836.
Epilobium angustifolium 476.
Epindepinde 1269, 1559.
Epine vinette 337.
Epipogium Gmelini 1921.
Epitrophie 1130.
Equisetum fluviatile 1801.
Eragrostis cynosuroides 440.
Erbis 2051.
Erbse 193.
Erbsenbohnenöl 775.
Erbsenfrüchtige Lebensbaumzypresse 1208.
Erbsen, grüne 196.
— -öl 775.
— -stärke 1959.
— (Vitam.) 2006.
Erdapfel 2119.
Erdartischoke 2119.
Erdbeerbaum, westamerikanischer 1267.

Erdbeere 2049.
— (Vitam.) 2007.
Erdbeersamenöl 781.
Erdbirne 2119.
Erdbrot 2064.
Erdmandelgras 707.
Erdmandelöl 730.
Erdnuß 462, 1803.
— -öl 731.
— -öl (Vitam.) 2007.
— (Vitam.) 2006.
Erdorseille 345.
Erdschellack 1029, 1032.
Erdschocke 2119.
Erect She oak 1314, 1317.
Eremophyla Mitchelli 1386.
Erepsine 205.
Ergothionin 33.
Ergotinin 33.
Ergotismus 34.
Ergotoxin 33.
Erhaltungsstoff,wasserlöslicher 2001.
Eria micrantha 1819.
— refusa 1819.
Erica 269.
— arborea 1552, (1267).
Ericaceae (äther. Öle) 73, 100.
— (Bitterst.) 115, 154, 173.
— (Farbst.) 269.
— (Gerbst.) 861.
— (Hölzer) 1267, 1552.
— (Öle) 732.
— (Stärke) 1922.
— (Wachse) 2016.
— (Zucker) 2053.
Erica cinerea 269.
— tetralix 269.
Erinocarpus Nimmoanus 466.
Eriobotrya-Bitterstoff 132.
— japonica 132, 1227, 1821, 2048.
Eriobroma Klaineana 1530.
Eriocoelum Kerstingii 1249.
Eriodendron aesculifolium 720.
— anfractuosum 471, 512, 513, 720, 992, 1253, 1528, 2014.
— occidentale 720.
Erioglossum rubiginosum 1248.
Eriolaena Candollei 1253.
— Hookeriana 472.
— montana 472.
— spectabilis 472.
— Wallachii 1254.
Eriophorum angustifolium 523.
— comosum 442.
— latifolium 523.
— spec. 442.
— vaginatum 658.
Eriophyes Tlaiae 962.
Erithalis fruticosa 1277.
Erle 667.
Erlenhölzer **1335** u. ff.
Erlenrinde (Gerbstoffgehalt) 839.
Erlenrinden 868.
— -gerbstoff 839.
Ernolith 1118.
Ersatzstoffe ätherischer Öle 63.
Ersatzzellen 1141.
Erucasäure 738.
Erucin 132.
Erunduholz **1415**.
Ervum ervilia 2006.
— lens 1959.
Erysimin 132.
Erysimum aureum 132.
— cheiri 277.
— crepidifolium 132.
Erysimupikron 132.
Erytaurin 132.
Erythraea centaurium 132, 133.
— chilensis 133.
Erythrin 340.
Erythrina abyssinica 1237.
— acanthocarpa 1798.
— caffra 1594.
— corallodendron 1237.
— crista galli 1594.
Erythrinahölzer **1594**.
Erythrina hypaphorus 43, 463, 748.
— indica 463, 1237, 1594.
— lithosperma 463.
— monosperma 226, 889.
— suberosa 463, 1237.
— tomentosa 1237.
Erythrinbitter 340.
Erythrinsäure 340, 345.
Erythrit 340, 2035.
Erythroamylose 1937, 1950.
Erythrocetin 116.
Erythrocentaurin 133.
Erythrocyten 1823.
Erythrodanon 230.
Erythrodextrin 1949, 1950.
Erythrodextrinsäuren 1950.
Erythrolecanorsäure 340.
Erythrolein 346.
Erythrolitmin 346.
Erythronium dens canis 1957.
Erythroorsellinsäure 340.
Erythrophlein 41.
Erythrophleum Fordii 41.
— guineense 41, 1231.
— Laboucherii 41.
— spec. 41.
Erythroxylaceae (Alkaloide) 43.
— (Hölzer) 1238, 1386.
Erythroxylon americanum 1425.
— areolatum 1238.
— carthagense 1238.
Erythroxylon coca 43.
— coca var. Spruceanum 44.
— hypericifolium 1238.
— laurifolium 1238.
— monogynum 1386.
— ovatum 1426.
Erythroxylonarten versch. 44.
Erythrozym 233.
Erytrichum glomeratum 246.
Escallonia macrantha 1226, 1386.
Esche 667.
— mandschurische 1571.
— nordamerikanische 1571.
— südrussische 1571.
— türkische 1571.
Eschenahorn 2101.
Eschenholz 1332.
— (Blumenesche) 1571.
— englisches 1571.
— französisches 1571.
— gemeines **1569**.
— slavonisches 1571.
— ungarisches 1571.
Eschenmanna 2042, 2063.
Eschensamenöl 763.
Escholtzia californica 38, 40, 1804.
Escoba 584.
— babosa 470.
— dura 470.
Eselsfeige 2072.
Eselsgurke 131.
Eselshufblätter 1900.
Esenbeckia febrifuga 45, 133.
Esenbeckin 133.
Eseramin 42.
Eseridin 41.
Eserin 41.
Esomatsu 1206.
Esomatzu 1290.
Esopgol 1894.
Espadinin 603.
Esparsettenöl 775.
Esparto basto 638.
Espartofaser **638**.
Espartogras **638**.
Espartostrohfaser 665.
Esparvie 1479.
Espave mahagoni 1479.
Espe 453, 1325.
Espelin 133.
Espina de corono Christi 1233.
Espinha de meicha 1221.
Espinheiro branco 1217.
Espinillo amarillo 1233.
Espino 1230, 1375, 1460.
Espino Rubial 1238, 1375, 1460.
Espletia spec. 480.
Essago 1400.
Essangöl 734.

Essenge sengamuenge 1431.
Essenhout 1490.
Essigbaum 856, 899.
Essigsäure **1806**.
— benzylester 101.
— geranylester 103.
— linalylester 103.
— methylester 101.
— phenylpropylester 84.
— zimtester 84.
Esterasen 200.
Esterharze 1027.
Ester in äther. Ölen 62.
Eta balli 1237, 1444.
Etagenbaum 1262.
Etagenbaumholz **1544**.
Etapalme 444.
Ethrogzitrone 2082.
Etjannaka 1269.
Etotóm 1417.
Etotum 1417.
Etu 1466.
Etue 1465, 1466.
Etzà 1232.
Eucalyptus acmenoides 1502.
— amygdalina 78, 889, 891, 892, 1265.
— australiana 78.
— Bosistoana 1509.
— botryoides 889, 1264, 1501, 1502.
— calophylla 834, 889, 892, 1265.
— citriodora 78, 889, 891, 892.
— coriacea 889.
— cornuta 860, 1265.
— corymbosa 889, 891, 892.
— corynocalix 889, 891, 892, 1264, 2062.
— crebra (1264), 1549.
— decurrens 859.
— diversicolor 889, 1264, 1549.
— doratoxylon 1265.
— drepanophylla 889, 892.
— dumosa 78, (2052), 2064.
— eugenioides 1265.
— eximia 889.
— fabiorum 889, 891, 892.
— ficifolia 889.
— fissilis 889, 891.
— gigantea 889, 891, 892.
— globulus 78, 475, 859, 889, 891, 892, 1264.
— gomphocephala 1264.
— goniocalyx 889, 1264, 1509.
— Gunnii (2052), 2062.
— haematosa 889.
— hemiphloia 834, 1509.
— -hölzer **1544**.
— largiflorens 1509.
— leucoxylon 889, 891, 892, 1265.
Eucalyptus longifolia 859, 884, 1509.
— loxophleba 860, 889, 1265.
— Macarthuri 78.
— macrorrhyncha 269.
— maculata 889, 891, 892, (1264), 1547.
— mannifera (2052).
— marginata (1265), 1266, 1549.
— megacarpa 889.
— melanophloia 1266.
— melliodora 889, 1509.
— microcorys (1265), 1501, 1547.
— microtheca 1509.
— obliqua 475, 889, 891, 892, (1265), 1509, 1547.
— occidentalis 841, 859, 882, 889.
— odorata 889, 1509.
— paniculata 1265.
— patens 889.
— phellandra 78.
— pilularis 889, 891, 892, (1265), 1547.
— piperita 78, 889, 891, 892.
— polyanthema 1454, 1511.
— polybractea 78.
— populifolia 1511.
— pulverulenta (2052).
— punctata 889, 1265, 1511.
— radiata 78.
— Raveretiana 1265.
— redunca 860.
— resinifera 888, 1265, 1501, 1549, (2052), 2062.
— Risdoni 889.
— robusta 889, 1264, 1502.
— rostrata 845, 889, 891, 892, 1265, 1549.
— rubida 78.
— saligna 889, 1260.
— salmoniphloia 883.
— siderophloia 1265.
— stellulata 889, 1511.
— Stuartiana 892.
— tereticornis 1265, 1511.
— Thozetiana 1454.
— viminalis 889, 891, 892, 2062.
— virgata 889.
Eucheumaschleim, Hydrolyse 1839.
Eucheuma isiforme 1851.
— speciosum 1851.
— spinosum 1850.
Eucianthus japonicus 1809.
Euclea pseudebenus 1269, 1568.
— racemosa 1269.
— undulata 1269.
Eucommia ulmoides 1716.
Eucryphiaceae (Hölzer) 1255.
Eucryphia cordifolia 1255.
— glutinosa 1255.
Eucupin 54.
Eudesmin 834.
Eudesmol 79.
Eugeissona insignis 444.
— tristis 444.
Eugenia acris 75.
— caryophyllata 89.
— chequen 124, 859.
— fragrans 1263.
— jambolana 859, 1263, 2036.
— jambos 2052.
— jambosa 48, 2008.
— ligustrina 1263.
— luma 1263.
— Maire 859.
— malaccensis 859, 2052.
— operculata 1263.
— Smithii 859.
— Ventenatii 1263.
Eugenol 76, 82, 83, 90, 91, 94, 96, 102.
— -methyläther 101.
Eukalyptol 79.
Eukalyptushölzer **1545**.
— hellbraune **1546**.
— rote **1546**, **1549**.
— -honig 2059.
— -katechine 834.
— -kino 891.
— -manna 2062.
— -öle 78.
— -rinden 882.
Eulophia campestris 1896.
— nuda 1896.
— virens 1896.
Euparin 134.
Eupatorin 133, 1827.
Eupatorium cannabinum 133, 1827.
— chilense 863.
— indigoferum 316, 319.
— laeve 319.
— lamiifolium 319.
— pallens 480.
— perfoliatum 133.
— purpureum 133.
— tinctorium 316, 319.
Euphorbia abyssinica 1716.
— antiquorum 1049, 1716.
— antisyphilitica 2014.
— canariensis 1049.
— candelabrum 1717.
— caracasana 1717.
— cattimandao 1717.
Euphorbiaceae (Alkaloide) 46.
— (Bitterst.) 121, 128, 139, 140, 148, 157, 166.
— (Enzyme) 200.

Euphorbiaceae (Farbst.) 291, 347, 358, 364, 385, 387.
— (Fas.) 464.
— (Fette) 722, 733, 741, 778.
— (Gerbst.) 855, 886, 890, 920.
— (Harze) 1049.
— (Hölzer) 1243, 1379, 1386, 1446, 1454, 1483, 1485, 1486, 1504, 1583.
— (Kautsch.) 1716.
— (Labenzyme) 207.
— (Saponine) 1822.
— (Stärke) 1960.
— (Wachse) 2014, 2016.
— (Zucker) 2050.
Euphorbia cyparissias 1717.
— dracunculoides 735.
— Dregeana 1717.
— elastica 1717.
— fulva 1717.
— helioscopia 1822.
Euphorbiaholz 1244.
Euphorbia intisy 1717.
— lactiflua 1717.
— lanceolata 735.
— media 1717.
— officinalis 1049.
— palustris 464.
— peplus 1822.
— pirahazo 1717.
— platyphyllos var. stricta 1717.
— Reineckii 1717.
— resinifera 1049, 1803.
— rhipsaloides 1717.
— Tirucalli 1049, 1717.
Euphorbium **1049**.
— lathyris 735.
Euphorbon 1049.
Euphoria cinere 1248.
— longana 2050.
— nephelium 784.
Euphrasia officinalis 317.
Europäische Lebenseiche 1215, 1363.
— Zürbel 1205.
European larch 1290.
Eurya japonica 1256.
— ocknacea 1256.
Eutacta Pancherii 1032.
Eutannin 922.
Euterpe caraiba 1956.
— catinga 774.
— edulis 445.
— globosa 1736.
— oleracea 445, 774, 1210.
Euxanthinsäure 305.
Euxanthon 305.
Evergreen beech 1213.
— oak 1362.
Evernia divaricata 339.
— furfuracea 341.
Evernia prunastri 339, 341, 342.
— prunastri gracilis 339.
— prunastri vulgaris 339.
— vulpina 341.
Everninsäure 339.
Evernsäure 339.
Eve's thread 449.
Evila 1559.
Evodia febrifuga 45.
— glauca 337, 338.
— meliifolia 337, 338.
Evodiamin 45.
Evodia rutaecarpa 45.
Evodin 45.
Evonymin 134.
Evonymit 2036.
Evonymus alata 1246.
— atropurpurea 134.
— crenulata 1246.
— europaea 722, (1246), 1516, 1809, 2036.
— grandiflora 1246.
— Hamiltoniana 1246.
— Sieboldiana 1247.
— vulgaris 1516.
Excoecaria agallocha 464, 1244, 1718.
— Dallachyana 1718.
— glandulosa 364.
Excoecarin 365.
Exile-oil 715.
Exocarpus cupressiformis 1220.
— latifolia 1385.
Exogonium purga 1059, 1827, 2033.
Exostemma floribundum 134, 1276.
Exostemmin 134.
Exotrophie 1130.
Extractum Alcannae 245.
Eyoum 1233.

F

Faba vulgaris 775.
Fabriköl 765.
Fackelbaum 1294.
Fackeldistel 379.
Fadentragant 1877.
Faecula 1914.
Faex medicinalis 1117.
Fagaceae (Farbst.) 264.
— (Fas.) 454.
— (Gallen) 950, 955, 957.
— (Gerbst.) 832, 833, 847, 893.
— (Hölzer) 1213, 1340, 1341, 1343, 1344.
— (Kork) 1794.
— (Stärke) 1958.
— (Zucker) 2046, 2061.
Fagara-Arten (Buchsbaumersatz) 1511.
— caribaea 1238.
— caroliniana 1460.
— flava (1238), 1457, 1460.
— integrifolia 463.
— xanthoxyloides 174.
— (Xanthoxylon) 1238.
Fagin 721.
Fagopyrum esculentum 269, (1959), 1980.
Fagracid 134.
Fagraea fragrans 1272.
— imperialis 134.
Fagrein 134.
Fagus americana 1214, 1343.
— americana latifolia 1343.
— atropunica 454, 669, 1343.
— castanea (1958).
— ferruginea 454, 1214, 1343.
— fusca 1214.
— Menziesii 847.
— Sieboldii 1214.
— silvatica 454, 720, 847, (1214), 1341, 1343.
— silvestris 1341, 1343.
— Solandri 1214.
Faktis 719, 751, 783, 794.
Falli 1003.
Falsche Akazie 1446.
False chestnut 1254.
— ebony 1445.
— Mangosten 1242.
Farás 1259.
Farbcoulier 1373.
Färbedrogen, pflanzliche 225.
Färbeknöterich 317.
Färberdistel 353.
— -samenöl 784.
Färbereiche 264, 1215, 1361.
Färberginster 248, 461.
Färberlack 384.
Färbermaulbeerbaum 225, 278.
Färberreseda 259.
Färberröte 230.
Färberscharte 375.
Färbersumach 263, 283, 856.
Färberwaid 317, 336.
Färberwaidsamenöl 726.
Färberwaldmeister 236.
Färberwau 259.
Färberwegdorn 272.
Farbstoffe **211**.
— in Baumwolle 506.
— in Hölzern 1184, 1195.
Fard de la Chine 358.
Farina de Čara 1973.
Farnesol 85, 90, 91, 101.
Farnettoeiche 1347.
Farnwurzel 135.
Fatsia papyrifera 476, 673.
Fauce 1341.

Faulbaum 241, 273.
— -holz **1408**, **1525**.
— -rinde 118.
Faupata 458.
Faurea speciosa 1219.
— usambarensis 1219.
Faux bois de rose 1253, 1539.
— ebénier 1445.
Fasern **390**.
— (Asche) 410, 419.
— (anatomischer Bau) 392.
— (Breite) 399.
— (Bruchmodul) 429.
— (chemische Charakteristik) 411.
— (chemische Zusammensetzung) 419.
— (Deckzellen) 405.
— (Dehnung) 427.
— (Dichroismus) 423.
— (Doppelbrechung) 420.
— (Elastizität) 427.
— (Farbe) 419.
— (Feinbau) 403.
— (Festigkeit) 427.
— (Fettgehalt) 419.
— (Glanz) 420.
— (Härte) 429.
— (Hemizellulosen) 416.
— (Hygroskopizität) 424.
— (Kutikula) 407.
— (Länge) 398.
— (Leitelemente) 406.
— (Ligninanteile) 416.
— (Mikrochemie) 430.
— (Mittellamelle) 407.
— (Morphologie) 396.
— (optisches Verhalten) 420.
— (Pentosane) 416.
— (physikalische Eigenschaften) 419.
— (Polarisationsfarben) 420.
— (Poren) 404.
— (Quellbarkeit) 426.
— (Quellung) 406.
— (Querschnitte) 401.
— (Reißfestigkeit) 427.
— (Reißgewicht) 429.
— (Reißlänge) 429.
— (Röntgenographie) 413.
— (spezifisches Gewicht) 429.
— (Spiralstreifung) 403.
— (Stegmata) 405.
— und Baste **390**.
— (Verdickungen) 400.
— (Verschiebungen) 404.
— (Wachsgehalt) 419.
— (Wärmeleitung) 424.
— (Wasseraufnahme) 425.
— (Wassergehalt) 419.
— (Zellulose) 412.
— (Zellulosegehalt) 419.
Faserpflanzen, Übersicht 433.
Faserrindenbaum 1546, 1547.
Fécule 1913.
— de chou caraibe 1971.
— de chou-chou 1961.
— de chou choute 1971.
— de chou-tarô 1971.
— de Kabija 1972.
— de la châtaigne de la Guiane 1960.
— de maguier 1960.
— de patate 1985.
— de Pia 1972.
— de Toloman 1978.
— de Yucca 1982.
— du fruit de l'arbre à pain 1979.
Feculose 1943.
Feder-Wattle 878.
Feigen **2071**.
— -baum 2047.
— -baum, ägyptischer 1218.
— -baum, wilder 2071.
— -kaffee 2073.
— kaktus 2051.
— -saft 207.
— -wachs, australisches 2017.
Fei-tsao-tou 1234, 1868.
Feldahornholz **1520**.
Feldkohlsamen 782.
Feldsteinkleeöl 775.
Feldstrohfaser (Reis) 667.
Feldulme 454, 1858.
Feldulmenholz **1369**.
Felle (Kautschuk) 1723.
Felsenbirne, kanadische 1227.
Felsenkirsche 1228.
Felsenmoos 1846.
Felsenulme 1216.
Felsenweinrebe 2066.
Female bamboo 1209.
Feminell 362.
Feminella 900.
Fenchelholz **1402**.
Fenchelöl 799.
Fenchen 83, 98.
Fenchylalkohol 99.
Fenugreek 1868.
Fereira spectabilis 1074.
Ferkelnußhickory 1334.
Fermentin 1117.
Fernambourgholz 288.
Fernambukholz 288.
— s. Pernambukholz.
Ferolia guianensis 1458.
— -holz 1228, 1458.
— variegata 1228, 1458.
Feronia elephantum 991, 1005, 1009, 1239.
— -gummi **1009**.
Feroxaloin 114, 242.
Ferratogen 1117.
Ferrinol 1117.
Ferula asa foetida 1034.
— erubescens 1050.
— foetida 1034.
— foetidissima 1034.
— galbaniflua 1050.
— narthex 1034.
— persica 1034.
— rubricaulis 1050.
— -säure 1035.
— schair 1050, 1097.
— Szovitsiana 1097.
teterrima 1034.
— tingitana 1033.
Festlandvalonea 916.
Festuca 2045.
— arundinacea 437.
— patula 437, 662.
Fetid yew 1204.
Fetischbohnenöl 775.
Fette **705**.
— (Brechungsindex) 713.
— (Differenzzahl) 713.
— (Erstarrungspunkt) 713.
— (Esterzahl) 713.
— (Farbenreaktionen) 713.
— (Jodzahl) 713.
— (Kennzahlen) 713.
— (Ranzigwerden) 711.
— (Säurezahl) 713.
— (spez. Gewicht) 713.
— und Öle **705**.
— (Untersuchung) 713.
— (Verseifungszahl) 713.
— (Vorkommen) 707.
— (Zusammensetzung) 710.
Fettgehalt der Hölzer 1197.
Fettgewinnung 708.
Fettperoxyde 712.
Fettreinigung 709.
Fettsäuren, Titer 713.
Feuerzypresse 1208, 1306.
Feuillea albiflora 727.
— cordifolia 727.
— triloba 134.
— trilobata 727.
Feuilles Jerusalem 244.
Fi 1204.
Fibraurea-Bitterstoff 134.
Fibraurea chloroleuca 134.
— tinctoria 39, 134.
Fibre from Lagos 460.
— of the roselle 578.
Fibrovasalbündel 393.
Fichte 1288, 1294.
— indische 1206.
Fichtenharz 1093.
— (Zusammensetzung) 1095.
Fichtenholz **1288**.
Fichtenkiefer 1205.
Fichtennadeln 435.
Fichtennadelöle 79.

Fichtennadelöl, sibirisches 80.
Fichtenrinde 308.
— (Beschreibung) 863.
— (Gerbstoffgehalt) 819, 837.
Fichtenrindengerbstoff 837.
Fichtensamenöl 724.
Fichtenspargel 317.
Fichttanne 1288.
Ficocerylalkohol 2017.
Ficocerylsäure 2017.
Ficus altissima 1709.
— annulata 405, 1709.
— anthelminthica 1218.
— bengalensis 384, 455, 1709.
— Benjamina 455.
— bracteata 1709.
— Brassii 1709.
— bubu 1709.
— callosa 1218.
— carica 207, 1218, 2047, 2071.
— ceriflua 2016.
— cestrifolea 455.
— chlamydodora 455.
— columnaris 1709.
— comosa 1710.
— consociata 1710.
— consociata var. Murtoni 1710.
— cunia 455.
— Cunninghamii 1710.
— crassinervia 1710.
— cystopoda 1218.
— dendrocida 455, 1710.
— djurensis 1218.
— dob 1510.
— ehretioides 455.
— elastica 1710.
— -fasern 455, 603, 680.
— Forstenii 455.
— fulva 1712.
— gibbosa 849.
— glandulifera 455.
— glomerata 849, 1712.
— hispida 455, 1712.
— Hochstetteri 455.
— Holstii 1712.
— -holz 1218.
— hypogaea 1819.
— hypophaea 1712.
— inaequibracteata 1713.
— incisa 1713.
— indica 384, 455, 1219, 1713.
— infectoria 455, 849, 1713.
— laccifera 384, 1709.
— laevigata 1713.
— laurifolia 1713.
— laurifolioides 1713.
— lentiginosa 1713.
— mabifolia 455.
— macrophylla 1713, 2017.
— Maximiliana 1219.
Ficus Melleri 1713.
— myrtifolia 1713.
— mysorensis 1713.
— nekbudu 1713.
— nervosa 1218.
— nitida 1713.
— nymphaeifolia 1713.
— obliqua 1713.
— obscura 455.
— obtusifolia 455, 1713.
— palawensis 455.
— palmata 2072.
— persicifolia 455.
— pertusa 1713.
— platyphylla 1713.
— pleurocarpa 455.
— populifolia 1713.
— populnea 1713.
— Preussii 1714.
— prinoides 1714.
— prolixa 455, 1714.
— pseudocarica 207.
— pseudo-tjela 455.
— racemosa 1714.
— radula 1714.
— religiosa 384, 455, 1055 1218, 1714.
— retusa 455.
— ribes 896.
— rigo 1714.
— rokko 455.
— Roxburghii 455, 1714.
— rubiginosa 1714, 2017.
— rubra 1714.
— Rumphii 455.
— Schimperi 455.
— Schlechteri 1714.
— spec. 1715.
— subcalcarata 1714.
— subracemosa 2016.
— Supfiana 1714.
— sycomorus 207, 887, 1218, 2072.
— thomeensis 1714.
— tinctoria 455.
— trachyphylla 1714.
— trichopoda 1714.
umbrosa 1218.
— usambarensis 1714.
— variegata 1714, 2016.
— vasta 1218.
— Vogelii 1714.
— Vossenii 1715.
Fieberbaumrinde 50.
Fieberheilbaum, zuckeriger 1264.
Fieberweide 875.
Field maple 1520.
Fifei 1276.
Fig tree 1219.
Figueira brava 1218.
Figured trees 1297.
Fig wax 2016.
Filicin 134.
Filicium decipiens 1249.
Filixsäure 134.
Fillaeopsis discophora (1231), 1417.
Filmaron 135.
Fimbristylis globulosa 441.
Fingergambir 897.
Fingomainty 1751.
Fingotra 1749, 1752.
Fiquefaser 625.
Fir 1284.
Fire tree 1220, (1594).
Fireweed 476.
Firminiana Barteri 1254.
— platanifolia 472, 1254.
Firnis, schwarzer 1039.
Fischbohne 463.
Fischleim, vegetabilischer 1852.
Fisetin 252, 263.
Fisetgelblack 377.
Fisetholz 224, 263, **1512**.
Fisetholzlack 377.
Fisetlack 377.
Fisettholz 263.
Fitzroya patagonica (1208), 1303.
Flacourtiaceae (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1259, 1485.
— (Zucker) 2051.
Flacourtiaceenöle 735.
Flacourtia cataphracta 1260.
Flacourtia jangomas 1260.
— Ramontchi 1259.
— rukam 1259.
— sapida 2051.
Flachs 524.
— -aufbereitung 529.
— -ausbeute 536.
— -bau 525.
— -ernte 529.
— -faser (Breite) 543.
— -faser (Durchmesser) 543.
— -faser (Festigkeit) 537.
— -faser (Glanz) 539.
— -faser (Länge) 537.
— -faser (Mercerisation) 539.
— -faser (Mikroskopie) 541.
— -faser (Reißlänge) 537.
— (Feuchtigkeitsgehalt) 539.
— -fransenfliege 527.
— (Geschichte) 524, 547.
— (Handelssorten) 540.
— (Konditionierung) 539.
— (Kotonisierung) 547.
— (Kultur) 525, 526.
— -lilie 628.
— -reife 529.
— -rost 527.
— -röste 531.
— -samen 1879.

Flachs (Schädlinge) 537.
— -seide 527.
— (Sorten) 527.
— (Statistik) 527.
— -stroh (Wertbestimmung) 537.
— (Unterscheidung von Hanf) 557.
— (Veredelung) 526.
— (Wassergehalt) 539.
Flagellaria indica 447.
Flagellariaceae (Fas.) 447.
Flaschenkürbis 2055.
Flatterbinse 448.
Flatterulme 1858, **1369**.
Flat topped Yate 889.
Flavellagsäure 309.
Flavin 264.
Flavogallol 310.
Flavogallon 310.
Flavokermessäure 383.
Flavone 222, 256.
Flechsigamyloid 1169.
Flechte, isländische **1902**.
Flechteneiweiß 197.
Flechten, eßbare **1905**.
— -farbstoffe 223.
— -säuren 343, 1806.
— -stärke 1903, 2038.
Flemingia congesta 360.
— Grahamiana 360.
— rhodocarpa 360.
Flemingin 360.
Fleurs de garance 235.
Fleurya aestuans 457.
Fliederholz (Gemeiner Flieder) **1572**.
Flieder, indischer 756.
— persischer 1241.
Fliegenholz **1462**, **1463**.
Fliegenpilz 33, 34, 47.
— -öl 776.
Fliegenschwamm 33, 34, 47.
Flindersia amboïnensis 1238.
— australis 45, 463, 1238, 1459, 1583.
— maculosa 991, 1005.
Flindersin 45.
Flindosa 1238, 1460.
Flitches 1579.
Flohsamen **1892**.
— indische **1894**.
Flooded gum tree 1266.
Flor-Blumen 2016.
Flor de Venadillo-Holz 1474.
Florentinerlack 378, 381.
Flores africanae 287.
— Althaeae 1887.
— bismalvae 1887.
— calcatrippae 262.
— Calendulae 362.
— Chamomillae romanae 257.
Flores Carthami 353.
— Cinae 165.
— Koso 1806.
— Malvae 1891.
— Malvae arboreae 1888.
— Manulae 363.
— syriaci 1887.
— Tiliae 1882.
— Verbasci 1825, 2054.
Florida button wood 1263.
— laurel 1270.
— -Lebenseiche 1364.
— pine 1296.
— -Zeder 1209.
— -zedernholz 1308.
Florideenstärke 1848.
Flotowia diacanthoides 1456.
Flottholz, afrikanisches 1219, 1379.
Flowering dogwood 1267, 1552.
Flügelnußbaum 1330.
Flügelnuß, japanische 1212.
Flügelnußholz, kaukasisches 1212, **1330**.
Flüggea fagifolia 1243.
— obovata 1243.
Flußzeder 1208, 1304.
Fockea multiflora 1761.
Foeniculum officinale 799.
Foenum graecum officinale 1868.
Föhre 1205, 1294.
Föhrenharz **1093**.
Folia Althaeae 1886.
— Aurantii 2083.
— Cocae 43.
— Farfarae 1900.
— Malvae 1890.
— Maté 46.
— Tussilaginis 1900.
— Sennae off. 241.
Fomes fomentarius 434.
Forche 1294.
Forest oak 1211, 1314, 1317.
— wool 435.
Forked leaf 1355.
— leaf black Jack 1355.
Formaldehydstärke 1944.
Formosahüte 635.
Formosa-Zeder 1208.
Forskohlea tenacissima 458.
Forsteronia gracilis 1747.
— floribunda 1747.
Forster's palm lily 450.
Fothergilla involucrata 1226.
Fou-Fou 1975.
Fouquieraceae (Kautsch.) 1734.
Fouquiera splendens 1734, 2021.
Fourcroya cabuya 626.
— cantala 451.
— cubensis 452, 625, 1819.
Fourcroya foetida 452, 625.
— gigantea 452, **625**, 1819.
— longaeva 452.
— tuberosa 452.
Foxwood 1620.
Foyard 1341.
Fragaria chilöensis 2049.
— collina 2049.
— elatior 2049.
— grandiflora 2049.
— vesca 781, 2049.
— virginiana 2049.
Fragrant sandalwood 1385.
Framina 588.
Frangula alnus 241, 1525.
— -Emodin 240, 241.
— vulgaris 1525.
Frangulin 241.
Frangulus alnus 273.
Franzosenholz **1449**.
Frasera carolinensis 135.
Frauenletternholz 1379.
Fraxinus americana 1270, 1571.
— Bungeana 1270.
— Eldenii 862.
— excelsior 317, 862, (1270), 1569, 1803.
— floribunda 1270.
— florifera 2063.
— longicuspis 1270.
— mandschurica 1571.
— nigra 1271.
— ornus (1270), 1571, 2036, 2042, (2054), 2063.
— paniculata 2063.
— quadrangulata 1271.
— sambucifolia 1271.
— Sieboldiana 1270.
— spec. 763.
Fremont cotton wood 1326.
French berries 271.
— oak 860.
Frêne anguleux 1271.
Frenella Fontanesii 1082
— robusta 1082.
Freycinetia Banksii 436.
— Reineckii 436.
Frietenoideae (Gummi) 991.
Fritillaria imperialis (1957) 1971.
— meleagris 1972.
— -Stärke 1923.
Frohberg 1110.
Fromage de Hollande 1253, **1593**.
Frondes Thujae 268.
Fronteramahagoni 1478.
Froschlöffel 1955.
Früchte, zuckerhaltige 2065.
Fruchtzucker 2034.
Fructose 2034.

Fructus Aurantii immaturi 2083.
— Ceratoniae 1866.
— Cynosbati 2049.
— Papaveris 40.
— Rhamni 271.
— Rhamni cathartici 275.
Früheiche 1351.
Frühholz 1129.
Frühjahrsholz 1128.
Frühlein 526.
Frühlinde 1527.
Frühlingsadonisröschen 2036.
Fruktose 2034.
Fruntum 1577.
Fuchsbaum 1216.
Fuchsia excorticata 861.
Fuchsulme **1371**.
Fuchsweinrebe 2066.
Fuco carageo 1846.
Fucose 2033.
Fucoxanthin 247, 311.
Fucus 2033.
— amylaceus 1849.
— crispus 1846.
— fastigiatus 1846.
— helminthochorton 1857.
— lichenioides 1849.
— mamillosus 1846.
— nodosus 1902.
— polymorphus 1846.
— serratus 1902.
— spinosus 1850.
— vesiculosus 1902.
Fukose 980, 1196.
Fukoxanthin 219.
Fukugetin 261.
Fukugi 261.
Fuligo 208.
Füllzellen 1138, 1157.
Fulwabutter 737.
Fumariaceae (Alkaloide) 41.
— (org. Säuren) 1807.
Fumaria officinalis 1807.
Fumarsäure 1807.
Funifera utilis 474.
Fu-nori 1851.
Funori-Gelatine **1854**.
Funtumia africana 1747.
— elastica 477, 1577, 1747.
Furcellaria fastigiata 1846.
Furcraea gigantea 625.
Furfuralkohol 90.
Furfurol 76, 87, 90, 102.
Furunkuline 1117.
Fusain 1516.
Fusanus acuminatus 1385.
— cygnorum 1220, 1385.
— persicarius 1220, 1386.
— spicatus 95.
Fusarium lini 527.
Fustel 263.
Fustello 263.
Fustete 278, 1374.
Fustic mulberry 1374.
— old 278.
Fustik, alter 278, 1374.
— echter 1374.
— -Ersatz 1460.
— -ersatzhölzer 1375.
— -ersatzhölzer (Schlüssel) 1375.
— junger 263, 1512.
Fustin 263.
Futeiba 278, 1374.
Futterrübe 1820.
— (Formen) 2107.
Futterwickenöl 775.

G

Gab 1562.
Gabanholz 351.
Gabina 1871.
Gabonkopal 1068.
Gaboonebenholz 1269.
Gabun-Ebenholz 1559.
Gabun-Gelbholz **1416**.
Gabun-Mahagoni 1241, 1484, 1486, 1487, 1488, 1493, 1497.
Gadelupa pinnata 1237.
Gadok 1243.
Gafalholz 1240.
Gagelstrauch 283.
Gaiacholz 1237.
Gaik 1254.
Gair 1271.
Gajam 1959.
Galactin 2018.
Galactodendron americanum 2018.
— utila 2018.
Galaktose 2035.
Galali 1271.
Galalith 107.
Galambutter 788.
Galam en sorte 1001.
Galamgummi 999, 1000.
Galanga minor 262.
— -wurzel 262.
Galangin 252, 262.
Galarigal 1269.
Galba 1256.
Galbanum **1050**, 1097.
— (Löslichkeit) 1099.
Galbresinotannol 1051.
Galega officinalis 43, 775.
— tinctoria 316, 318.
Galegin 43.
Galeh 1276.
Galeopsis 222.
— -Bitterstoff 135.
— ochroleuca 135.
Galgantwurzel 262.
Galimetaholz 1268.
Galipea cusparia 45.
— officinalis 45, 115.
Galipidin 45.
Galipin 45.
Galipoidin 45.
Galipot 1089, 1093.
Galium aparine 236.
— mollugo 208, 236, 317, 1805.
— tinctorium 236.
— triflorum 1806.
— verum 208, 236.
— -wurzel 236.
Gallae Asiaticae 950.
— Chinenses 960.
— Europaeae 955.
— Halepenses 950.
— Japonicae 960.
— Levanticae 950.
— Turcicae 950.
Galläpfel, chines. 856.
— japan. 856.
— s. Gallen.
Galle d'Alep 950.
— du Levant 950.
— en corne 959.
Galleiche 2046.
Gallen 946.
— aleppische 950.
— asiatische 950.
— böhmische 956.
— (chem. Charakteristik) 949.
— chinesische 960.
— deutsche 950.
— Entstehung 948.
— europäische 955.
— große, ungarische 957.
— istrische 955.
— japanische 960.
— kleinasiatische 950.
— kleine, ungarische 955.
— levantinische 950.
— mitteleuropäische 956.
— österreichische 956.
— türkische 950.
— Übersicht 950.
— ungarische, große 957.
— ungarische, kleine 955.
— weiße 957.
Galles de Chine 960.
— d'Indes 923.
— du gland 957.
Gallnuts 950.
Galloflavin 821.
Gallogen 309.
Gallons 957.
Gallusgerbsäureglukosid 922.
Gallus, indischer 923.
— -säure 820.
Gallwespe 950.
Gambazzo 900.
Gambiakino 855, 889.

Gambiamahagoni 1240, 1484, 1487, 1491.
Gambia pods 923.
— -Rosenholz 1536.
Gambir 834, 896.
— balat 897.
— dudoor 897.
— (Gerbstoffgehalt) 834.
— -kino (1539).
— paku 897.
— papan 897.
— runder 897.
— utang 896.
Gambodjasäure 1054.
Gamboge 384.
— -butter 746.
Gambogiasäure 385.
Gambohanf 578.
Gamelleira 1218.
Gamelote 439.
Gammaeule 527.
Gandhaki 277.
Ganger 1252.
Gangerum 1252.
Ganjong 1978.
Ganné 1277.
Ganophyllum falcatum 1249.
Gänsefingerkraut 236.
Gänsefüßlertraube 2067.
Gaos de Gallo 1217.
Garance 230.
Garanceux 235.
Garancine 235, 237.
Garauna 1234.
Garbenfichte 1290.
Garcinia balansae 740.
– Benthami 1257.
– cambogia 1052.
— celebica 1257.
— cochinchinensis 384, 1053.
– collina 1058.
— cornea 1257.
— echinocarpa 740.
ferrea 1257.
– Hanburyi 1053.
– indica 739.
— mangostana 147, 1257, 2051.
– merguensis 1257.
— morella 384, 740, 1052, 1053.
— pictoria 384, 740, 1053.
— sp. 1058.
— speciosa 1257.
— tonkinensis 740.
– travancoria 384, 1053.
Garcinolsäure 1053.
Gardao 747.
Gardaöl 746.
Gardenia arborea 1082.
— Aubryi 1082.
— calyculata 363.
— florida 374.
Gardenia grandiflora 363, 374.
— gummifera 1082, 1276.
— inermis 1082.
— jasminoides 375.
— lucida 135, 375, 1082.
— oudiepe 1082.
— radicans 374.
resiniflora 135.
— -säure 135.
— spinosa 1825.
— sulcata 1082.
— Thunbergia 1276.
Gardenin 135, 375.
Gardschanbalsam 1057.
Garou 858.
Garouille 848, 873.
Garrat 853, 923.
Garrys Eiche 1214, 1348.
Gartenkerbelsamenöl 799.
Gartenkressesamenöl 725.
Gartenkürbis 2055.
Gartenraute 268.
Garuga pinnata 1240.
Garum 1244.
Gärungsenzyme 203.
Gasteado 1221.
Gastrolobium calycinum 42.
Gata 1562.
Gateadoholz 1474.
Gateadorinde 849, 856.
Gâtinais-Safran 361.
Gaude 259.
Gaultheria procumbens 100, 861.
Gaultherin 77, 100.
Gawang 1956.
Gboite 1223.
Gebang 1956.
— -palme 443.
Gedanit 1039.
Geddagummisäure 975.
Geddahgummi 996.
Geelhart 1257, 1534.
Gefäßbündel 393.
Gefleckter Gummibaum 1264.
Gefleckter Mahagoni 1484, 1487.
Geierkralle 259.
Geigertree 1273.
Geijera parviflora 1454.
Geisklee 43.
Geissospermin 50.
Geissospermum Vellosii 50.
Gelatina japonica 1852.
Gelatine, chinesische 1852.
— japanische 1852.
Gelbbeeren 271, 2041.
— chines. 268, 374.
— deutsche 273.
— französ. 273.
— griechische 273.
— italienische 273.
Gelbbeeren-Lack 377.
— levantinische 273.
— persische 273.
— spanische 273.
— syrische 273.
— türkische 273.
— ungarische 273.
Gelbbirke 1212, 1338.
Gelber Hanf 373.
Gelberübe 2052.
Gelbes Mahagoni **1607**.
— Sandelholz **1383**, **1386**.
Gelbe Zeder 856.
Gelbholz 225, 1270.
— asiatisches 1235.
— -baum, ostafrikanischer 1223.
— echtes 278, **1384**.
— -ersatz 1375.
— -ersatz (Schlüssel zur Unterscheidung) 1375.
— -extrakt 279.
— holländ. 278.
— -lack 377.
— ungarisches 263, **1512**.
— westafrikanisches 1222, **1393**.
Gelbkiefer, westliche 1205.
Gelbkraut 259.
Gelbschoten, chines. 363, 374.
Gelbwurzel 226.
Gelidiaceae (Schleime) 1852.
Gelidium Amansii 1852.
— corneum 1852.
— elegans 1852.
— japonicum 1852.
— latifolium 1852.
— pacificum 1852.
— polycladum 1852.
— subcostatum 1852.
Gelose 1852, 1853.
Gelsemin 48, 49.
Gelseminin 48, 49.
Gelsemium elegans 49.
— nitidum 49, 752.
— -öl 752.
— sempervirens 49.
Gelsemoidin 49.
Gemeine Birke 1337.
— Buche 1341.
— Eberesche 1407.
— Eibe 1282.
— Hasel 1338.
— Heckenkirsche 1591.
— Kastanieneiche 1352.
Gemeiner Ahorn **1521**.
— Hülsen 1515.
— Perückenstrauch 1512.
— Zürgelbaum 1373.
Gemeines Birkbaumholz **1405**
Gemeine Ulme **1369**.
— Walnuß 1327.

Gemmatein 371.
Gemoeti 646.
Gemoetifaser 445.
Gemsbockbohnenöl 747.
Gemüse (Eiweiß) 197.
Geneserin 41.
Genestrole 248.
Genet 248.
Genêt 461.
Genipa americana 480, 863, 1277.
Genipapo 1277.
Genista anglica 248.
— monosperma 42, 248.
— ovata 248.
— purgans 248.
sagittalis 248.
— tinctoria 42, 248, (260), 461.
— virgata 461.
Genistein 43, 248.
Genti 1219.
Gentiamarin 136.
Gentiana-Bitterstoffe 135.
Gentianaceae (Bitterst.) 125, 130, 132, 133, 135, 149, 153, 170.
— (Farbst.) 307.
— (Fas.) 476.
— (Stärke) 1922.
Gentiana lutea 135, 307, 1846, 1922, 2041.
— pannonica 307.
— peruviana 133.
— pneumonanthe 135.
— punctata 307.
— purpurea 307.
— -säure 136.
Gentianin 307.
Gentianose 2039, 2041.
Gentiobiase 204, 2039.
Gentiogenin 136.
Gentionin 136.
Gentiopikrin 135.
Gentisein 307.
Gentisin 136, 307.
Geoffroya 36.
Geopeis grandiflora 51.
Georgia bark 159.
Georgine 2037, 2055.
Geraniaceae (äther. Öle) 73, 80.
— (Gerbst.) 855.
— (Labenzyme) 207.
Geraniol 80, 81, 85, 87, 89, 90, 91, 94, 101, 102.
— -ester 91.
Geranium acetosum 1808.
— -gras 91.
— maculatum 855.
— molle 207.
— -öl 80.
— palustre 855.
— phlaeum 855.
Geranium pratense 855.
— Robertianum 855.
— sanguineum 855.
— silvaticum 855.
— tuberosum 855.
— Wallichium 855.
— zonale 1803.
Geranylazetat 103.
Gerbblätter 896.
Gerberakazie 894.
— austral. 1005.
Gerbera lanuginosa 391, 481.
Gerbereiche 1215, 1352.
Gerbermyrte 903.
Gerberpasanienholz, kalifornisches 1343.
Gerberstrauch 128, 308, 856, 899, 903.
Gerbersumach 283, 856, 899.
Gerbfrüchte 912.
Gerbhölzer 893.
Gerbrinde, kalifornische 887.
Gerbrinden (Beschreibung) 863.
Gerbstoffe **810**.
— Gewinnung 842.
— in Hölzern 1183, 1192.
(Statistik) 845.
— (Zersetzungsprodukte) 820.
Gerbstoffpreise 845.
Gerbwurzeln 909.
Germ 1120.
Gerste 47, 193, 194. 201, 440.
Gerste (Vitam.) 2006.
Gerstensamenöl 738.
Gerstenstärke 1923, 1955.
— Analyse 1962.
Gerstenstrohfaser 663.
Gerüsteiweißstoffe 190.
Gesnouinia arborea 458.
Gessneriaceae (Gerbst.) 862.
Getah Beringi 1742.
– Borneo 1759.
— Djelulung 1742.
doejan 1741.
— gerip 1759.
— Lahoe 2017.
— Lahre 2016.
— marau 1741.
— Melaboeai 1742.
— merah 1737.
— muntah 1738.
— nalu 1742.
— natu 1742.
– poetih 1741.
— Soentik 1742.
– soesoe 1759.
Getee 478.
Getreideeiweiß 194.
Getreidestroh 441.
Geumbitter 136.
Geum rivale 852.
— urbanum 136, 852.
Gewürznelke 89.
Gezeugebin 1874.
Gezmazedsch 962.
Ghatti 1004.
Gheebutter 737.
Ghore sun 582.
Ghunza 1407.
Giallo indiano 304.
Giant arbor vitae 1305.
— eucalypt 1265.
— lily 452.
— speargrass 439.
Gidya 1413.
Gidjikó 1274.
Giftsumach 856.
Gigantic cedar 1208.
— nettle tree 457.
— pine 1298.
Gigantochloa spec. 440.
Gigartina acicularis 1846.
Gigartina confervoides 1846.
— helminthochorton 1857.
— intricata 1851.
— mamillosa 1846.
— ornata 1851.
— pistillata 1846.
– spinosa 1850.
Gigartinaceae (Schleime) 1846.
Gilla 747.
Gillein 136.
Gillenia 1821.
— -Bitterstoff 136.
— stipulacea 136.
— trifoliata 136.
Gillenin 136, 1821.
Gilletiella congolana 714.
Gimlet-gum-Rinde 883.
Gin 1203, 1279.
Ginger lily 453.
Gingerol 136.
Ginger pine 1306.
Ginkgo 1806.
Ginkgoaceae (Hölzer) 1203, 1279.
— (Stärke) 1954.
— (Zucker) 2046.
Ginkgobaumholz **1279**.
Ginkgo biloba 1203, 1279, 1805, 1954, 2046.
Ginsengwurzel 155.
Ginster 248.
Gio tom 1222.
Giparo 1956.
Gippsland mahogany 1264.
Girardinia heterophylla 456.
Givotia rottleriformis 1245.
Glandulae Rottlerae 358.
Glanzrinde 872.
Glanzstärke 1962.
Glatte Kiefer 1205.
Glattrüster **1369**.
Glaucium luteum 38, 775, 1807.

Gleditschia amorphoides 1233.
— brachycarpa 1234.
— caspica 1234.
— ferox 1822.
— heterophylla 1234.
— macracantha 1234.
— monosperma 1234.
— orientalis 1822.
— sinensis 1234.
— triacanthos 1233, 1447.
Glehns Fichte 1206.
Gleicheniaceae (Fas.) 434.
Gleichenia flabellata 1818.
— linearis 434.
Gleichfarbige Tanne 1207.
Gliadin 193, 194, 195.
Glidin 195.
Globularia alypum 158, 1809.
Globulariaceae (Bitterst.) 158.
Globularia vulgaris 1809.
Globulin 190, 193, 195.
Globulol 79.
Globulusöl 78.
Glochidion molle 464.
Gloeocapsin 220.
Gloeosporium lini 527.
— ampelophagum 2067.
Gloiopettis cervicornis 1851.
— coliformis 1851, 1854.
— furcata 1854.
— intricata 1851, 1854.
— tenax 1854.
Gloiosiphoniaceae (Schleime) 1851, 1854.
Gloriosa superba 1805, 1957.
Glukoalkaloide (Solanin) 51.
Glukogallin 829.
Glukonsäure 2033.
Glukoproteide 191, 193.
Glukoretine 1027.
Glukuronsäure 305.
Glukose 2033.
— im Holz 1164, 1196.
Glukosennin 241.
Glukosidasen 204.
Glukosid Absinthin 112.
— Achillein 112.
— Acorin 113.
— Agoniadin 113.
— Alfalfasaponin 1827.
— Aloin 242, 2033.
— Althaein 1889.
— Althaeinchlorid 253.
— Ambrosiabitterstoff 115.
— Ampelopidinchlorid 253.
— Ampelopsinchlorid 253.
— Amygdalin 77, 204, 1804.
— Anthocyane 251.
— Anthraglukosennin 241.
— Apiin 257, 2038.
— Apocynamarin 116.
— Aporetin 116.
Glukosid Arbutin 154.
— Argyräscin 142.
— Äsculin 142.
— Asterinchlorid 253.
— Aurantiamarin 118.
— Avornin 118.
— Barbaloin 114.
— Benzosalicin 876.
— Butein 226.
— Butin 226.
— Callistephinchlorid 253.
— Catalpin 122.
— Cerberin 123, 152.
— Chinovin 133.
— Chrysantheminchlorid 253.
— Chrysophanein 240.
— Cnicin 126.
— Coriamyrtin 128, 905.
— Crocin 362.
— Cuspidatin 241.
— Cyanidinchlorid 253.
— Cyaninchlorid 253.
— Daphnin 256.
— Datiscin 373.
— Delphinidinchlorid 253.
— Delphininchlorid 253.
— der Erlenrinde 868.
— des Gemmateins 371.
— Drymin 131.
— Durrhin 1804.
— Elaeocarpid 131.
— Erytaurin 132.
— Erythrocentaurin 133.
— Eupatorin 133, 1827.
— Eurybin 134.
— Evonymin 134.
— Frangulin 241.
— Fukugetin 261.
— Fusun 263.
— Gallusgerbsäure 922.
— Gaultherin 76, 77, 100.
— Gentiamarin 136.
— Gentiopikrin 136.
— Gillein 136.
— Gillenia-Bitterstoff 136.
— Glycyphyllin 225.
— Gossypitrin 285.
— Gynocardin 736.
— Hesperidin 2082.
— Hyoscipikrin 139.
— Idaeinchlorid 253.
— Indikan 221, 223, 336.
— Inkarnatrin 271.
— Intybin 140.
— Ipomein 1059.
— Isatan 223.
— Isoquerzetin 285.
— Isotrifolin 270.
— Kämpferin 241.
— Kämpferol 241.
— Karakin 141.
— Keracyaninchlorid 253.
Glukosid Kinogerbsäure 891.
— Leptandrin 145.
— Leucoglycodrin 145.
— Linamarin 1804, 1882.
— Linin 146.
— Lokaonsäure 372.
— Loliin 146.
— Lotusin 259, 1804.
— Malvidinchlorid 254.
— Malvinchlorid 254.
— Megarrhin 148, 1827.
— Mekocyaninchlorid 253.
— Melanthin 777.
— Morindin 238.
— Myrticolorin 269.
— Myrtillidinchlorid 253.
— Myrtillinchlorid 253.
— Naringin 2084.
— Oenidinchlorid 254.
— Oeninchlorid 253.
— Paristyptnin 1818.
— Päonidinchlorid 253.
— Pelargonidinchlorid 253.
— Pelargoninchlorid 253.
— Petunidinchlorid 254.
— Petuninchlorid 254.
— Phaseolunatin 204, 1804.
— Phlorizin 225.
— Phoenin 371.
— Picrocrocin 364.
— Pinckneyin 159.
— Plumierid 113.
— Prunasin 1804.
— Prunicyaninchlorid 253.
— Prunitrin 271.
— Querzimeritrin 285.
— Querzitrin 830.
— Rhamnotoxin 241.
— Rhodeoretin 1059.
— Robinin 257, 263.
— Ruberythrinsäure 223, 233.
— Rubiadin 233.
— Rutin 268.
— Salizin 876.
— Salizinerein 876.
— Salvianinchlorid 253.
— Salvinchlorid 253.
— Salvininchlorid 253.
— Sambunigrin 1804.
— Santalin 224.
— Saponarin 258.
— Sapotin 167.
— Scillain 167.
— Scutellarin 261.
— Sennepikrin 168.
— Sinalbin 788.
— Sinigrin 96, 205.
— Thevetin 715.
— Thujin 268.
— Trifolin 270.
— Turpethein 1059.
— Tussilagobitterstoff 173.

Glukosid Valdivin 173.
— Vernonin 174.
— Vicianin 1804, 2038.
— Violaninchlorid 253.
— Violaquerzitrin 268.
— Xanthorhamnin 274, 2041.
— Xylostein 175.
Glukosidasen 204.
Glukoside in Hölzern 1193.
Glutamin 1802.
— -säure 196, 1802.
Gluta renghas 1245, 1511.
Glutarsäure 1805.
Glutellin 195.
Glutenfibrin 194.
Glutenin 193, 194.
Glutenkasein 194, 197.
Glycinin 193.
Glycine glabra 462.
— hispida 206, 462, 792, 2006.
Glycyphyllin 225.
Glycyrrhiza glabra 1798, 1807, 1827.
— echinata 1807.
Glycyrrhicin 885, 1827.
Glycyrrhizinsäure 1807.
Glykobernsteinsäure 1804.
Glykogen 2044.
Glykogenasen 201, 1115.
Glykolsäure 1807, 2034.
Glykuronoidsaponin 1820.
Glyoxalin (Alkaloide) 33.
Gmelina arborea 1274, 1583.
— Leichhardtii 1274.
Gnemon domesticum 435.
Gnetaceae (Alkaloide) 34.
— (Fas.) 435.
— (Saponine) 1818.
Gnetum edule 435.
— funeculare 435.
— gnemon 435.
— scandens 435.
— thoa 1818.
Gnidia eriocephala **600**.
Gnoscopin 39.
Goabutter 739.
Goapulver 242.
Gobbo 467.
Godangwachs 2016.
Goémon 1846.
Gogo 1241, 1245.
— -Mahagoni 1484.
Goindu 1562.
Goldblätterige Scheinkastanie 1213.
Golden chestnut 1213.
— -cup oak 1362.
— leaf chinquapin 1213.
— moss 434, 518.
— wattle 1005, 1229.
Goldfussia anisophylla 317.
Goldholz, australisches **1608**.
— brasilianisches **1609**.
Goldhölzer **1608**.
Goldkiefer 1300.
Goldküsten-Mahagoni 1484, 1487.
Goldlack 41.
— -farbstoff 277.
— -samenöl 726.
Goldlärche, chinesische 1204.
Goldregen 42.
— -holz **1445**.
— -samenöl 748.
Gold-Wattlerinde 878.
Goldweide 1321.
Golfovalonea 913, 916.
Golongnita 1565.
Goma de cardón 992.
— de caro 990.
— de cedro 991, (1468).
— de cujé 988.
— de cujé vaque 1010.
— de Guamacho 993.
— de Guancaste 990.
— de jobo 992.
— de orore 990.
— de tiamo 989.
— de tuna 992.
Gomaguta 384.
Gomartharz 1047.
Gombo 467.
Gomlehbe 1267.
Gomma-gotta 384.
Gommart balsamifère 1239.
Gomme angico 990.
— blanche 1001.
— blonde 1001.
— boules 1001.
— d'acajou 1009.
— de benailé 1017.
— de coco 1011.
— de Galam 1000.
— de M'beppe 992.
— du bas du fleuve 1000.
— du haut du fleuve 1000.
— du pays 1010.
— fabrique 1001.
— friable 1000.
— gros grabeaux 1002.
— gutte 384.
menus grabeaux 1002.
— moyens grabeaux 1002.
— petite blanche 1001.
— petite blonde 1001.
— poussière grabeaux 1002.
Gomo-kusa 436.
Gomphocarpus brasiliensis 479.
— fruticosus 478.
— physocarpus 479.
— semilunatus 479.
— tomentosus 1761.
Gomuta 646.
Gomutipalme 445.
Gomutus saccharifera 445.
Gona 1563.
Gonakie 853.
Gondangwachs 2016.
Goni 628.
Goniolimon tataricum 861.
Gonioma kamassi 1272, 1508.
Goniothalamus puncticulatus 459.
Gonocrypta Grevii 1761.
Gonolobus maritimus 478.
Gonystilaceae (Hölzer) 1251.
Gonystilus bancanus 1251.
Goodeniaceae (Bitterst.) 167.
Goodyra repens 1921.
— discolor 1921.
Goomar teak 1583.
— -tek 1274.
Gordonia excelsa 1256, 1823.
— lasianthus 858, 1256.
— pubescens 858.
— spec. 858.
Gordurosa 2016.
Gorocahy 1234.
Gossampinus alba 471.
Gossypetin 284.
Gossypiton 285.
Gossypitrin 285.
Gossypitron 285.
Gossypium 481.
— acuminatum 467, 483.
— anomalum 467.
— arboreum 280, 467, 482.
— -arten 467.
— barbadense 467, 482, 484.
— brasiliense 467, 483.
— conglomeratum 467, 483.
— eglandulosum 467, 481.
— flavidum 286, 467.
— fructiculosum 483.
— herbaceum 284, 286, 467, 482, 484, 2019.
— herbaceum (Ableitung) 481.
— herbaceum (Fette) 718.
— hirsutum 286, 467, 482, 484.
— indicum 467, 482.
— Jumelianum 467.
— Kirkii 483.
— lanceolatum 483.
— latifolium 467, 482.
— maritimum 467.
— mexicanum 467, 482.
— micranthum 467, 482.
— microcarpum 467.
— mustelinum 483.
— nanking 467, 482.
— neglectum 286, 467, 482.
— obtusifolium 467, 483.
— -öle 717.
— Palmeri 483.

Gossypium peruvianum 482, 483.
— punctatum 467, 482, 483.
— purpurascens 467, 483.
— racemosum 467, 483.
— religiosum 286, 467, 482.
— rossrum 286.
— rubrum 467, 482.
— sandvicense 467, 483.
— sanguineum 286, 482.
— siamense 467, 482.
— Schottii 467, 483.
— Stocksii 467, 481.
— taitense 467, 483.
— tomentosum 467, 483.
— vitifolium 467, 482.
— Wightianum 467.
Gossypol 366.
Gossypose 2041.
Götterbaum 855.
— -holz **1464**.
Gouanieae (Bitterst.) 126.
Gouaré 1242.
Goudron 847.
Goume goutte 1052.
Goupia glabra 1247, 1516.
— tomentosa 1804.
Goupiholz 1516.
Gourliea decorticans 1235.
Gousses de Gonaké 927.
Govania nivea 1244.
Gracilaria confervoides 1846, 1850.
— lichenioides 1849.
— speciosa 1851.
Graines d'Argon 787.
— d'Avignon 271.
— de Kermes 382.
— de Paripous 774.
— de Perse 271.
— jaunes 271.
Grainier 1421.
Grainlac 1055.
Gramineae (Alkaloide) 34.
— (äther. Öle) 73, 87, 91, 102.
— (Bitterst.) 174.
— (Enzyme) 201.
— (Farbst.) 352.
— (Fas.) 436.
— (Hölzer) 1209.
— (Labenzym) 207.
— (Öle) 737, 753, 777.
— (Saponine) 1819.
— (Stärke) 1921, 1955.
— (Wachse) 2017.
— (Zucker) 2056, 2061, 2085.
Graminin 2045.
Granadillo 1235.
Granadoro 1261.
Granatapfel 2052.
— -baum 1261.
— -baumrinde 886.
Granatapfel-Samenöl 752.
— -schalen 887.
Granatbaum 48.
Granatin 48, 136.
Granatlack 378.
Granatonin 48.
Granatrindengerbstoff 832.
Grand Bassam-Mahagoni 1484, 1487.
— tremble 1211.
Granisgummi 1006.
Granulobacter 534.
Graos grandes de Gallo 1217.
Grape fruit 2084.
Grasbaumgummi 1029.
Grass-matting plant of Calcutta 441.
Grass-tree gum 1029.
Grass wreck 436.
Grauerlenholz **1336**.
Grauerlenrinde 868.
Graue Walnuß 1212, 1329.
Gravatà de Rêde 447.
Gravelin 1351.
Grayumo 1266.
Great Ladies' bedstraw 236.
— maccaw palm 446.
— millet 352.
— sugar pine 1205.
Green ebony 364, 1566.
Greenheart 364, 1397, (1224), (1416).
— afrikanisches 1400.
— ebony 1566.
— -ersatz 1399.
— -holz 1251.
— of Jamaica 1399.
Green Kurrajong 468.
— oak 1215.
— wattle 1229.
Greggum 889.
Greigia Landbecki 448.
Grenadille, geflügelte 2051.
— -holz, afrikanisches 1442, (1568).
Grenadillenholz 1235.
Grevillea gibbosa 1381.
— Gillivragi 1381.
— robusta 1219, 1383, 2038.
— striata 1220.
Grewia acuminata 466.
— asiatica 466, 1252.
— celtidifolia 466.
— didyma 466.
— elastica 466, 1252.
— flava 2050.
— gigantiflora 1252.
— laevigata 466.
— microcos 466.
— mollis 466.
— occidentalis 466.
— oppositifolia 466, 1252.
Grewia paniculata 1252.
— populifolia 1252.
— scabrophylla 466.
— tiliaefolia 466, 1252.
— ulmifolia 466.
— villosa 466, 1252.
Grey box 1509, 1511.
— gum 889, 1265.
— gum tree 1265.
— oak 1215.
Griechische Weißtanne 1207.
Griesholz 1575.
Grignon fou 1243.
Grindelia robusta 1827.
— squarrosa 1827.
Grindwurzel 267, 1819.
Gris-gris 860.
Grobrinde 872.
Grönhartin 229.
Groo groo 446.
Groseille-laque 381.
Grossahy 1234.
Großblättriger Ahorn 1248.
Großfrüchtige Douglastanne 1206.
Großfrucht-Lebenseiche 1362.
Großzähnige Pappel 1324.
Ground cedar 1308.
Grubaholz 1550.
Gru-Gru 1310.
— -Kerne 774.
— -Nüsse 774.
Grüneichenrinde 874.
Grünes Ebenholz 364, **1566**.
— Sandelholz **1386**.
Grünherzersatzhölzer 1399.
Grünherzholz 229, (1224), **1397**.
Grün-Wattle 878.
Gruogo 353.
Guácimo 1254.
Guacin 136.
Guada 259.
Guado 336.
Guajacan 854, 1260.
— blanco 1449.
— negro 1449.
Guajacholz **1449**.
Guajacin 1051.
Guajacol 1052.
Guajaconsäuren 1051.
Guajacum angustifolium 1454.
— arboreum 1238, 1454.
— -arten, Unterscheidungsmerkmale 1456.
— multijugum 1452.
— officinale 1051, (1238), 1449 1823.
— sanctum 1051, (1238), 1449, 1452.
— verticale 1452.
Guajakharz **1051**.
— (Löslichkeit) 1099.

Guajakharz-Säure 1052.
Guajakholzöl 1456.
Guajaksaponinsäure (1807).
Guakoli 1269.
Gualda 259.
Guana 467.
Guanabano 1223.
Guanin 47.
Guano 1592.
Guapilla 603, **617**.
Guara 1248.
— Batinka 1610.
— blanca 1249.
Guarabú 1232.
— rajado 1246.
Guara de costa 1249.
Guaraholz 1610.
Guarana 46.
Guaranin 46, 55.
Guararinde 931.
Guarea caoba 1479.
— Thompsonii 1485, 1487.
— trichiloides 756, 855, 1242.
Guatambú 1272.
Guatemalaindigo 330.
Guatemalamahagoni 1474, **1480**.
Guatteria spez. 1222.
— virgata 1222.
Guatupe 467.
Guave 2052.
— -samenöl 761.
Guaxima 470.
Guayabo amarillo 1263.
Guayabo colorado 1263.
Guayabota 1562.
Guayacan 1238, 1454.
— blanco 1454.
— negro 1454.
— polvillo 1454.
Guayacil lignum vitae 1454.
Guayakan 1454.
Guayanazeder 1470.
Guayave 2052.
Guayavira 1273.
Guayulekautschuk 1763.
Guazuma plum 1254.
— tomentosa 473, 1254.
— ulmifolia 473, 1254, 1470.
Guenepa 1248.
Guermès 873.
Guettarda speciosa 1443.
Gueze-elefi 2061.
Gugera 1256.
Guiacan 1238.
Gui blanc 1861.
Guibourtia copalifera 1068.
Gui de chêne 1861.
Guidia eriocephala 474.
Guignardia Bidwellii 2067.
Guignetzellulose 1169.
Guignons Purpur 344.
Guijo 1258.
Guilielma granatensis 1955.
— speciosa 774, 1807.
Guillandina bonducella 119.
Guillandinin 119.
Guimauve 470.
Guinco da stuoie 441.
Guineakorn 352.
Guioa 1824.
Guisoc 1258.
Guitaran 1250.
Guizotia abyssinica 761.
— oleifera 761.
Gujarat cotton 483.
Gulal 1562.
Gûlal 1978.
Gul-i-pista 960.
Gulu 1254.
Gumaldi 1274.
Gum Benjamin 1035.
Gumbo 467.
— of Louisiana 467.
Gum-boom 1265.
Gum guttae 384.
Gumhar 1274.
Gumlack 384.
Gummi Acaroides 1029.
— afrikanisches 993.
— arabicum 1006.
— arabicum, gefärbtes 1008.
— arabicum, Geschichte 1008.
— arabisches 993, **996**.
— -arten **965**.
— -arten, Betrachtung der 993.
— australisches 993, 1005.
— -baum 1710, 2037.
— -baum, blauer 1264.
— -baum, gefleckter 1264.
— -baum, weißer 1265.
— Charakteristik 966.
— Chemie 973.
— Entstehung 983.
— Ghatti 1006.
— -gutt 384, **1052**.
— -gutt, gelb 385.
— -gutt (Löslichkeit) 1099.
— -harz 1033.
— indicum 1006.
— in Hölzern 1192.
— Laccae 384.
— -lack 384, **1055**.
— -lackbaum, malabarischer 226.
— marokkan. 1006.
— Mikroskopie 969.
— nostras 1010.
— Olibanum 1097.
— ostindisches 1004.
— -resina asa foetida 1034.
— -resina euphorbium 1049.
— -resina galbanum 1050.
Gummi-resina gutti 1052.
— -resina gutti off. 384.
— resina hederae 1032.
— -resina myrrha 1078.
— -säuren 975.
— senegalense 1006.
— Tabelle der Charakteristik 977.
— tragacantha 1871.
— tunesisches 1006.
— -Verfälschung 1007.
— von Gedaref 996.
— Vorkommen 987.
Gummosis 983.
Gumpini 1245.
Gum tree 1403.
— -Rinde 882.
Gumtrop 889.
Gun 567.
Gunari 370.
Gundui fibre 479, 592.
Gunnera chilensis 859.
— scabra 859.
Gunny fibre 559.
Gunsi 1203.
Gurakolanüsse 796.
Gurgifett 740.
Gurke 2054.
Gurhwal 456.
Gurjun 1257.
— -balsam 137, **1057**.
— -balsamersatz 729.
— -balsam (Löslichkeit) 1098.
— -Bitterstoff 137.
Gurjunen 1058.
Gurjuresinol 1058.
Gurjuturboresinol 1058.
Gurukolanüsse 796.
Gutedeltraube 2067.
Guttapercha **1647**.
— chemische Zusammensetzung 1683.
— Geschichte 1651.
— Gewinnung 1671.
— grüne 1739.
— Handelsstatistik 1703.
— Kohlenwasserstoffe 1675.
— liefernde Pflanzen **1705**.
— physikal. Eigenschaften 1679.
— rote 1738.
Gutta Taban Chaia 1741.
Gutti 384, 1052, 1222.
Guttiferae (Bitterst.) 147, 149.
— (Farbst.) 384.
— (Fas.) 473.
— (Gerbst.) 858, 886.
— (Harze) 1052, 1058, 1086.
— (Hölzer) 1256, 1454, 1474, 1475, 1499, 1533, 1534.
— (Öle) 738.
— (Zucker) 2051.

Guvacin 34.
Guvacolin 34.
Guya caustica 1259.
Gymnacranthera canarica 761.
Gymnadenia conopea 1896.
Gymnemasäure 1807.
Gymnema silvestre 478, 1807, 2037.
Gymnocladus canadensis 1234, 1822.
— chinensis 1234.
- - chinensis (Schleime) 1868.
— dioeca 1234.
— dioicus 1474.
Gymnospermae (Alkaloide) 34.
— (Saponine) 1818.
Gymnosporia luteola 1247.
Gynerium argenteum 437.
Gynocardase 736.
Gynocardia odorata 735, 736, 1259.
— -öl 735.
— Preissii 735.
— -säure 736.
Gynocardin 736.
Gypsophila acutifolia 1820.
— Arrostii 1820.
— fastigiata 1820.
— paniculata 1820.
— struthium 1820.
Gyrinopis spec. 475.
Gyromitria esculenta 1807.
Gyrophora esculenta 1905.

H

Haarbirke 1337.
Haarfrüchtige Pappel 1211.
Haarholz 1525.
Haaritapau 1012.
Habenaria 1896.
Haberlandt 793.
Hackia 1277, 1454.
Haddoka 1244.
Hadern 679.
— -papier 681.
Hadromal 1196, 1791.
Haematomma coccineum 1806.
Haematoxylon 224.
— africanum 302.
— brasiletto 1425.
— campechianum (268), 283, 291, 308, 854, 896, (1234), 1421, (1426).
Haemodoraceae (Fas.) 451.
Haemodorum coccineum 451.
Hafer 193.
— -öl 737.
— -stärke 1955, **1966**.
— -stärke, Analyse 1962.
— strohfaser 663.
— (Vitam.) 2006.
Hagebuche 1339.
Hagebutten 2049.
— -samenöl 781.
Hagedornholz **1407**.
Hagenia abyssinica 143, 1806.
Hahnenkamm 714.
Hainbirke 1212.
— ostamerikanische 1338.
Hainbuche 1339.
— amerikanische 1213.
Hain-Wachtelweizen 2036.
Hairy-leaf molave 1274.
Hakea 1220.
Hai-thao 1852.
Haitimahagoni 1474.
Haitipockholz 1453.
Haitizeder 1209.
Hal 1259.
Halban 1274.
Haldu 1276.
Halesia corymbosa 1270.
Halidasch 860.
Hallimasch 2006.
Halmalilleholz 1251.
Halogeneiweiße 191.
Halorrhagidaceae (Gerbst.) 859.
Hama-kusa 436.
Hamamelidaceae (Gerbst.) 851.
— (Harze) 1084.
— (Hölzer) 1226, 1403.
Hamamelis virginiana 851, 1404.
Hämantin 35.
Hämatein 293.
Hämatorumsäureester 341.
Hämatoxylin 293.
— weiß 294.
Hana 860.
Hancea Pierrei 1258.
Hancorniaöl 715.
Hancornia speciosa 715, 1747.
Hanf **547**.
— -faserpapier 681.
— Feuchtigkeitsgehalt 550.
— gelber 277, 373.
— Geschichtliches 552.
— indischer 578.
— Länge 550.
— mikroskop. Verhalten 553.
— -nessel 456.
— -öl 740.
— Reißlänge 550.
— Sorten 551.
— Statistik 551.
- - Unterscheidung von Flachs 557.
Hanfuru 1228.
Hanf, Verwendung 559.
— -weide 1321.
Hangilang 1222.
Hangkang 1740.
Hänglingtraube 2067.
Hansenia 1109.
Haplocoelum inopleum 1824.
Haploclathra paniculata 1257.
Haplopappus arborescens 1763.
— brachylepis 1763.
— cervinus 1763.
— ericoides 1763.
— laricifolius 1763.
— linearifolius 1763.
— monactis 1763.
— nanus 1763.
— Palmeri 1763.
— pinifolius 1763.
Harahara 1237.
Harakake 629.
Harake 629.
Hard maple 1248, 1331, 1521, 1523.
Hardwickia 1063.
— binata 460, 1232.
— pinnata 1057.
Hargasseria lagetta 474.
Hari-giri 1266.
Hari-taka 1262.
Haritaki 860.
Harlalu-Manna 2064.
Harmalarot 44.
Harmalin 44.
Harmalol 44.
Harman 55.
Harmin 44.
Haronga madagascariensis 1058.
Harpullia 1824.
— pendula 1249, 1392.
Hartlandeiche 1214.
Hartriegel 725.
— gelber 1551.
— -holz 1575.
— roter **1551**.
Harzalkohole 1027.
Harzbirke 1337.
Harz, Begriff 1026.
— der lybischen Wüste 1033.
Harze **1023**.
— allgemeines 1023.
— in Hölzern 1193.
— Isolierung 1028.
— Löslichkeitstabelle 1098.
Harzester 1027.
Harze und Balsame, Einteilung 1026.
— Untersuchung 1028.
Harzgallen 1149.
Harzgänge 1150.
Harz, gemeines **1093**.
Harzleim 1094.
Harzsäuren 1027.
— Übersicht 1091.
Hasali 466.
Haschab 993.
Haselfichtenholz 1289.
Haselholz, gemeines 1338.

Haselnuß 193.
Haselnußöl 741.
Hasel, türkischer 1339.
Haselulme **1370**.
Hashab geneina 997.
— wady 996.
Hasoranto 1386.
Hau 467.
Hausenblase, japanische 1852.
— ostindische 1852.
Havannazeder 1469.
Haze 1246.
Hazelnut 1338.
Hazel pine 1404.
Hazelwood 1404.
Hazina 740.
Hazomena-Mahagoni 1485, 1487.
Health honeysuckle 885.
Heartwood 1271.
Heavy mahogany 1241, 1485, 1487, 1494, 1496.
Hebhalasu 1218.
Heckenkirsche, gemeine 1591.
Heckenrose 2049.
Heddi 1276.
Hederagenin 1823.
Hedera helix 476, 1032, 1823.
Hederichöl 725.
Hederin 1823.
Hedge plant 1217.
Hedwigia balsamifera 1239.
Hedychium coronarium 453.
Hedysarum lagopodioides 462.
— obscurum 196.
Heerabomyrrholol 1078.
Heeria argentea 1245.
— -beerenöl 715.
— mucronifolia 1246.
Heerabol-Myrrhe 1078.
Hefanol 1117.
Hefe 208, **1108**.
— (Analyse) 1113.
— -fett 717.
— -konserven 1117.
Hefenalbumin 193.
Hefenasche (Analyse) 1114, 1117.
Hefeneiweiß 197.
Hefenextrakt 197, 1118.
— (Analyse) 1119.
Hefennuklein 193.
— -säure 197, 1807.
Hefenseife 1117.
Hefen (Vergärungsübersicht) 1110.
Hefe (Vitam.) 2006.
— von Khasia 1110.
— von Sikkim 1110.
Heidekornstärke 1980.
Heidekrautfarbstoff 269.
Heidekrautrindengerbstoff 841.
Heidelbeere 253, 1805, 2053.
Heidelbeersamenöl 733.
Heimia salicifolia 152.
— syphilitica 152.
Heinan 1250.
Heleocharis palustris 441.
— plantaginea 441.
Helianthemum canadense 858.
Helianthenin 2045.
Helianthi 2120.
Helianthus annuus 480, 795.
— macrophyllus 2120.
— tuberosus (2055), 2119.
Helichrysin 223.
Helichrysum 223.
Heliconia bihai 45.
— caraibaea 452.
Helicostylis Poeppigiana 1218.
Helictera hirsuta 472.
— viscida 472.
Helicteres isora 472.
Heliocarpus americanus 466.
Helios 654.
Helleborein 1821.
Helleborus 207.
— foetidus 1821.
— niger 1821.
— trifolia 36.
— viridis 1821.
Helmbohnenöl 775.
Helminthochorton **1857**.
Helminthochortos officinarum 1857.
Helonias dioica 1819.
Helvellaceen 1807.
Helvella esculenta 197.
Helvellasäure 1807.
Hemenodictyon excelsum 55.
Hemicellulasen 202.
Hemidesmus indicus 478.
— Wallichii 478.
Hemigrapha latebrosa 1961.
Hemipinsäure 37.
Hemizellulosen 1160, 1173, 2045.
Hemlock 1207, 1208.
— -extrakt 865.
— -rinde 838, 863, 865.
— -Spruce 846, 865.
— -tanne 846, 1292.
Hemp 547.
— nettle 456.
Henequen 602, **614**.
Henna 243.
Henno 106.
Heotau 1312.
Heptapleurum 1823.
Heptosen 2035.
Heptite 2036.
Heptylsäure 82.
Heracleum giganteum 1805.
Herandrana 1756.
Herba myrti brabantini 283.
— polygoni 850.
— Grindeliae robustae 1827.
Herbstgrenze 1152.
Herbstholz 1127.
Heria paniculata 715.
Heritiera fomes 1255.
— litoralis 46, 796, 857, 886, 1255.
— macrophylla 1255.
— papilio 1255.
— utilis 1255.
Herlitze 2053.
Hernandiaceae (Alkaloide) 39.
Hernandia ovigera 39.
— sonora 39.
Herniaria glabra 383, 1806, 1820.
— hirsuta 1820.
Herotra 1717.
Hesperaloe funifera 450.
Hesperidin 2082.
Hesperis matronalis 726.
Heteropogon contortus 440.
Heteropteris glabra 463.
Hêtre 1341.
Heudelotia africana 1040.
Heusamen 1892.
— griechischer 1868.
Hevea andinensis 1718.
— Benthamiana 1718.
— brasiliensis 734, 1718, 2037.
— collina 1725.
— confusa 1725.
— discolor 1726.
— Duckei 1726.
— Foxii 1726.
— glabrescens 1726.
— guayanensis 1726.
— guianensis 734.
— lutea var. cuneata 1726.
— microphylla 1726.
— nigra 1726.
— paludosa 1726.
— pauciflora 1726.
— rigidifolia 1726.
— sp. 1726, 1727.
— Spruceana 1726.
— viridis 1726.
Hevitan 2008.
Heyderie 1208.
Heyderie, westamerikanische 1304.
Heyderienholz **1303**.
Heyenea-Bitterstoff 137.
— säure 137.
— sumatrana 137.
Heymassoli 1221.
Hexalobus crispiflorus 1223.
Hexenhasel 851.
Hexenmehl 752.
Hexite 2036.

Hexobiosen 2038.
Hexosen 2033.
Hexotetrosen 2042.
Hexotriosen 2040.
Hiba 1208.
Hibaholz **1304**.
Hibalebensbaum 1208.
Hibiscus abelmoschus 468.
— aestuans 468.
— arboreus 467.
— bacciferus 470.
— bifurcatus 468.
— canavanus 468.
— cannabinus 46, 559, 578, 663, 754.
— celebicus 468.
— clypeatus 468.
— collinus 468.
— digitatus 467.
— elatus 467, 1252, 1392, 1593.
— eriocarpus 468.
— esculentus 467.
— ferox 467, 468.
— ficifolius 468.
— ficulneus 468.
— flavescens 468.
— furcatus 468.
— gossypinus 467.
— grewiaefolius 468.
— guineensis 467.
— heterophyllus 468.
— lunarifolius 468.
— macrophyllus 468.
— manihot 468.
— moscheutos 468.
— mutabilis 468.
— panduraeformis 468.
— populneus 269, 470, 591, 754.
— quinquelobus 468.
— radiatus 467.
— rosa-sinensis 467.
— sabdariffa 287, 468, **578**, 581, 1745.
— sagittifolius 468.
— serratus 468.
— similis 467, 1593.
— sinensis 468.
— siriatus 467.
— spathaceus 468.
— splendeus 468.
— strictus 468.
— surattensis 468.
— syriacus 467.
— tetraphyllus 468, **586**.
— tiliaceus 467, 1252, 1593, 1798.
— tiliaefolius 467.
— tomentosus 468.
— tortuosus 467.
— truncatus 468.
Hibiscus unidens 467.
— venustus 468.
— verrucosus 467.
— vestitus 468.
— vitifolius 467, 468.
— Wightianus 467.
Hickory 1265.
— australische 1254.
— echte **1333**.
— -ersatzhölzer 1331.
— filzige 1334.
— großfrüchtige 1334.
— -holz **1331**.
— kleinfrüchtige 1334.
— -öl 762.
— oak 875, 1362.
— olivenförmige 1332.
— poplar 1391.
— spitzfrüchtige 1334.
— -Wattle 878.
— weiße 1333, 1335.
Hicoria acuminata 1334.
— alba 1334.
— aquatica 1333.
— glabra 1334.
— laciniosa 1334.
— minima 1333.
— myristicaeformis 1333.
— odorata 1334.
— ovata 1333.
— pecan 1332.
— sulcata 1334.
Hie-Mahagoni 1485, 1487.
Hieracium pilosella 383.
Hierochloa alpina 1806.
— australis 1806.
Hieronyma alchorneoides 1244.
Highland oak 1364.
— live oak 1364.
Hill palm 445, 1210.
Hiiragi 1271.
Himalaja-Birnbaum 1227.
— -Fichte 669, 1206.
— -Pappel 669.
— -Zeder 1204, 1292.
— -Zypresse 1208.
Himalayan maple 1247, 1248, 1519.
— pencil cedar 1209.
Himbeere 1804, 1808, 2048.
Himbeerkernöl 780.
Himekomatsu 1206, 1299.
Himmelsbrot 2063.
Himmelsüßigkeit 2061.
Himmelstau 2063.
Hinau 1250.
Hing 1955.
Hinoki 1208.
Hinokiholz **1306**.
Hipa fruticans 2105.
Hipapalme 2105.
Hippocastanaceae (Bitterst.) 141.
— (Fas.) 465.
— (Gerbst.) 840, 857.
— (Hölzer) 1248, 1524.
— (Öle) 781.
— (Saponine) 1823.
— (Stärke) 1960.
Hippocrataceae (Bitterst.) 164.
— (Fas.) 465.
— (Kautsch.) 1733.
Hippomane mancinella 1244.
Hippophaë rhamnoides 1260, 1803, 2052.
Hirada 860.
Hirda 920.
Hirek 1562.
Hirnschnittquebracho 893.
Hirschkolbensumach 856.
Hirse, afrikanische 437.
— -öl 737.
— -strohfaser 667.
— (Zucker) 2085.
Hisakaki 1256.
Hishi 681.
Histamin 33.
Histone 190.
Hivurahe 137.
Hivurahein 137.
Hnaw 1276.
Hoai-hoa 268.
Hoang-tschi 375.
Hoary alder 1336.
Hobo Hapi 1244.
Hodgsonia kadam 728.
Hoffmannseggia melanostriata 854.
Hoftüpfel 1135.
Hog nut 1334.
Hoggum 1058.
Hoheria populnea 471, 1252.
Hohli-leh 860.
Hoh-tze 860.
Holarrhena africana 50, 1748.
— antidysenterica 50, 1272.
— congolensis 50.
— microteranthera 1748.
— mitis 1272.
— Wulfenbergii 1272.
— Wulfsbergii 1748.
Holarrhenin 50.
Holcus odoratus 1804.
Höllenöl 733, 765.
Holly 1246, 1515.
Holm oak 1363.
Holocalyx balansae 1234.
Holoptelea integrifolia 454, **598**, 1219.
Holostemma fragrans 478.
— Rheedanum 478.
Holunderbeeröl 721.

Holunder, gemeiner 1588, **1589**.
— schwarzer 1588.
— spanischer 1572.
Holzapfel 1406.
Holzasche 1184.
Holz, äußere Struktur 1153.
— -birne 1405.
— -chromogene 1184.
— der Monokotylen 1126.
— -destillation 1187.
Hölzer, Alkaloidgehalt 1196.
— allgemeiner Teil **1126**.
— Balsamgehalt 1193.
— Begriffsbestimmung 1126.
— besonderer Teil **1203**.
— Bestimmungsschlüssel **1595**.
— Bitterstoffgehalt 1197.
— chemische Charakteristik 1159.
— dikotyledone 1127.
— Duft 1189.
— Einschlüsse 1191.
— elementare Zusammensetzung 1159.
— Farbe 1188.
— Farbstoffgehalt 1195.
— Gerbstoffe 1192.
— Geruch 1189.
— Geschmack 1189.
— Glanz 1189.
— Gliederung der Holzkörper 1126.
— Glukosidgehalt 1193.
— Gummigehalt 1192.
— Härte 1190.
— Harzgehalt 1193.
— Inhaltsübersicht 1123.
— innerer Bau 1133.
— Kampfergehalt 1197.
— Kalziumkarbonatgehalt 1194.
— Kalziumoxalatgehalt 1194.
— Kieselsäuregehalt 1195.
— Kohlenhydratgehalt 1195.
— Ligningehalt 1179.
— Methylzahlen 1179.
— Milchsaftgehalt 1197.
— monokotyler Pflanzen 1309.
— nadelrissige 1277.
— Öl- und Fettgehalt 1197.
— physikalische Eigenschaften 1188.
— Riechstoffgehalt 1198.
— Schleimgehalt 1197.
— Spaltbarkeit 1189.
— spezif. Gewicht 1190.
— Stärkegehalt 1195.
— Statistik 1198.
— Systematik 1203.
— trockene Destillation 1187.
— Wassergehalt 1186.
— Zellulosegehalt 1172, 1196.
Hölzer zweifelhafter Abstammung 1602.
Holzfarbstoffe 1184.
Holzfasern 667, 1151.
Holzgummi 2033.
Holzgerbstoffe 1183.
Holzmaserung 1159.
Holzöl 741, 1057.
Holzprosenchym 1151.
Holz, ringporiges 1151.
— -saft 1192.
— -schliff 667, 682.
— -stoff 667.
— -stränge 1146.
— -terpentinöl 98.
— -zellulose 668.
— -zellen, Arten der 1134.
— zerstreutporiges 1151.
Homalium africanum 1259.
Homochelidonin 38, 40.
Homochinin 53.
Homoioceltis aspera 137.
— -Bitterstoff 137.
Homoflemingin 360.
Homonataloin 114, 242.
Homoparakopaivasäure 1064.
Homopterocarpin 162, 349.
Homorottlerin 359.
Homovitexin 257.
Honckenya filifolia 466.
Hondofichte 1206.
Hondolärche 1204.
Hondurasmahagoni 1241, 1474, **1477**.
Honduraszeder 1469.
Honey locust 1233, 1447.
Hongal 1262.
Hongayöl 748.
Hongé 1237.
Hong-pi-lo-chon 371.
Honi 1252.
Honig **2058**.
— -erzeugung 2060.
— giftiger 2059.
— -palme 446, 2102.
— -prüfung 2060.
— -tau **2057**, **2060**.
— -tauhonig 2058.
— -verfälschung 2060.
— (Vitam.) 2007.
— -wasser 2057.
Honmaki 1280.
Honne 1236.
Honoki 1221.
Honsugi 1303.
Hoobooballi 1236.
Hopbeam 1340.
Hopea aspera 729.
— belangeran 1043, 1258.
— belangwan 729.
— dealbata 1043.
— fagifolia 1043.
Hopea ferrea 1258.
— lanceolata 729.
— macrophylla 729.
— maranti 1043.
— mengarawan 473, 1258.
— odorata 1043, 1258.
— Pierrei 473, 1258.
— ricopéi 1043.
— sangal 1043.
— selanica 1041.
— Wightiana 1258.
Hopfen 137.
— -bitterstoff 137.
— -bittersäure (1807).
— -buche 1213.
— -buchenholz 1340.
— -buche, südeuropäische 1340.
— -buche, virginische 1213.
— -faser 576.
— -mehl 137.
— -säuren (1807).
Hop hornbeam 1213.
Hordein 193, 195.
Hordenin 34.
Hordeum sativum 34.
— vulgare 440, 738, 1955.
Hormodendron hordei 208.
Hornbaum 1339.
— lockenblumiger 1213.
Hornbeam 1213, 1339, 1340.
Hornea mauritiana 785.
Hornkleesamen 1868.
Hornmohnöl 775.
Hornstrauch 2052.
Horseflesh mahogany 1234, 1318, 1474.
Hortia arborea 139.
— -Bitterstoff 139.
Hoshinori 1856.
Hotai 1041.
Hottentot cherry 1247.
Hottentottenbrot 1958.
Houp 1257.
Hou-Po 1221.
Houx commun 1515.
Hovenia dulcis 1250.
Hoya viridiflora 478.
Huacamotl 1981.
Huamaga 467.
Huanuco-China 54.
Huayule 1763.
Huemega 1732.
Huflattichblätter **1900**.
Huile antique au jasmin 81.
— d'oeillette 757.
— de Piquia 722.
Hule 1763.
— colorado 1709.
— crudo 1764.
— macho 1709.
— refinado 1764.

Huligano 1254.
Hull fibre 663.
Hülsdorn 1515.
Hülsen, gemeine 1515.
Humbertia madagascariensis 1273.
Humiria balsamifera 1040.
Humiriaceae (Hölzer) 1237.
— (Öle) 743.
Humiria floribunda 1040, 1237.
Humulinsäure 138.
Humulon 138, (1807).
Humulus lupulus 36, 137, 456, 576, 849, 2021.
Hunco 447.
Hunderose 2049.
Hunteria corymbosa 1748.
Huonfichte 1203.
Hura brasiliensis 139.
— crepitans 139.
Hurin 139.
Huriri 1229.
Hursingar 862.
Hustenblätter 1900.
Hyaenanche globosa 139.
Hyänanchin 139.
Hyawagummi 1047.
Hydnocarpus alcalae 737.
— alpinus 1804.
— anthelminthica 736.
— imbrianus 1804.
— Kurzii 735.
— -säure 736.
— venenata 736.
— Weightiana 83, 736.
Hydnum repandum 2006.
Hydrangea arborescens 1821.
— paniculata 1226.
Hydrastin 36.
Hydrastinin 36.
Hydrastis canadensis 36, 337.
Hydrastsäure 37.
Hydratzellulose 1169.
Hydrocharitaceae (Fas.) 436.
Hydrochinidin 53.
Hydrochinin 53.
Hydrochinonäthyläther 97.
Hydrochinon (Reaktionen) 826.
Hydrocinchonidin 53.
Hydrocinchonin 53.
Hydroconchinin 53.
Hydrocotarnin 39.
Hydrocotyle asiatica 173.
Hydrogenase 208.
Hydroïden 392.
Hydrojuglon 229.
Hydrolaccol 1061.
Hydrosme Rivieri 1957.
Hydrothsitsiol 1061.
Hydrourushiol 1061.
Hydrozellulose 1164, 1168.
Hydrozimtaldehyd 102.
Hygrin 44.
Hygrophila angustifolia 862.
Hylodendron gabunense 1418.
Hymenachne amplexicaulis 439.
— myurus 438, 662.
Hymenaea 1065.
— courbaril 990, 1073, 1232.
— stilbocarpa 1073.
— verrucosa 1065.
Hymenodictin 55.
Hymenodictyon-Bitterstoff 139.
— excelsum 139, 1276.
— Horsfieldii 1276.
Hymenolophus floribundus 1763.
— Roxburghii 1748.
Hymenomycetae (Bitterst.) 113.
Hymenomyceten 1807.
Hyoscin 51.
Hyoscipikrin 139.
Hyoscyamin 30, 51.
Hyoscyamus albus 51.
— muticus 52.
— niger 51, 52, 139, 794.
Hypaphorin 43.
Hypelate trifoliata 1249.
Hypericum lanceolatum 1257.
Hyphaene argun 443.
— coriacea 443, 1210, 1310.
— ethbaica 443.
Hyphomyceten 202.
Hypnea confervoides 1846.
Hypoquebrachin 50.
Hypoxanthin 46.
Hyptisöl 745.
Hyptis spicigera 745.
— suaveolens 92.
Hystazarin 236.

I

Iatrorrhiza columbo 38.
— palmata 38.
Ibeka Mahagoni 1485, 1487.
Ibirá pépé 1234.
Ibiri pitanga 1422.
Iboga 50.
Ibogain 50.
Ibogin 50.
Ibuki 1209.
Icacin 1047.
Icacinaceae (Hölzer) 1247.
— (Stärke) 1960.
Icacina senegalensis 1960.
Icha 1218.
Ichaemum angustifolium 439.
Ichii 1204.
Ichnocarpus frutescens 477.
— xanthogalax 1748.
Icho 1279.
Ici 1234.
Icica abilo 1045.
— altissima 1040, 1470.
— Aracouchini 1040.
— caranna 1040.
— Chixé 992.
— guayanensis 1040.
— heptaphylla 1040, 1047.
— icicariba 1045.
— viridiflora 1045.
Icocaöl 780.
Idaeinchlorid 253.
Idju 445.
Idjuck 445
Ietee fibre 585.
Ife hemp 627.
Ifondo 1221.
Igan 651.
Igedudu 1559.
Igname 1973.
— indien rouge 1924, 1973.
— pognon jaune 1924.
— pognon rouge 1973.
Ignatia amora 48.
— philippinica 48.
Ignatiusbohne 48.
Ijebo-Mahagoni 1485.
Ikid 443.
Ikomba 1380.
Ikosan 2018.
Ikpwapobo-Mahagoni 1485, 1487.
Ilang-Ilangöl 1804.
Ile 1243.
Ilex 382.
— aquifolium 139, 857, (1246), 1515, 1861.
— capensis 1516.
— cassine 857.
— crenata 1246, 1861.
— integerrima 1861.
— integra 1246.
— latifolia 1861.
— macoucoua 857.
— opaca 1246.
— paraguayensis 46, 857.
— quercifolia 1246.
— rotunda 1246.
— Sebertii 1246.
— verticillata 162, 857.
Iliahi 1384.
— aloe 1384.
Ilicin 139.
Ilixanthin 139.
Illicium anisatum 168.
— religiosum 753.
— verum 97, 168, 753, 1821.
Illigera pulchra 39.
Illipe butyracea 737.
— latifolia 753, 1267, 1824, 2053.
— Maclayana 1824.

Illipe malabrorum 758, 1267, 1824.
— pallida 1734.
— -öl 753.
— -saponin 1824.
— -talg 753.
Illurinbalsam 1063.
Illurinsäure 1064.
Imbricaria maxima 861.
— petiolaris 861.
Imbural 236.
Imburel 236.
Imidazol (Alkaloide) 33.
Immergrüne Eichen 1344, **1362**.
Impatiens racemosa 717.
Imperata arundinacea 438.
— contracta 438.
— cylindrica 438.
— exaltata 438.
— Koenigii 438.
Imperatoria osthruthium 139, 154.
Imperatorin 139.
Imperialin 35.
Incense cedar 1208.
Incienso de los criollos 1062.
Incorruptible 1444.
Indaco 315.
Indaconitin 37.
Indiafaser 442.
Indian almond 1544.
— birch tree 1212.
— coral tree 463, 1594.
— cork tree 1275.
— cotton tree 1593.
— fir 1222.
— grass 559.
— gum arabic 1005.
— gum arabic tree 460.
— hemp 476, 578.
— jujuba 1250.
— laburnum 1233.
— madder 235.
— mahogany tree 1240.
— mallow 469.
— millet 352.
— mulberry 238.
— nettle tree 601.
— nut 1425.
— oak 1261.
— paper birch 454, 1212.
— redwood 1241.
— rose chestnut 473, 1257.
— saffron 226.
— savin tree 1426.
— tulip tree 1253.
— walnut 1244.
— yellow 304.
Indicum 315.
Indigbraun 325, 327.
Indigleim 325, 327.
Indigo 223, 315.
— -ersatz 297.
Indigofera 223.
— angustifolia 318.
— anil 318.
— arcuata 318.
— argentea 318.
— atropurpurea 461.
— caroliniana 318.
— cinerea 318.
— coerulea 318.
— disperma 318.
— emarginata 318.
— endecaphylla 318.
— erecta 318.
— galegoides 318.
— Gerardiana 461.
— glabra 318.
— hirsuta 318.
— indica 318.
— leptostachya 318.
— longeracemosa 318.
— mexicana 318.
— paucifolia 318.
— pseudotinctoria 318.
— secundifolia 318.
— sumatrana 318.
— tinctoria 318, 461.
Indigogewinnung 322.
Indigo, Handelssorten 339.
— -karmin 328.
— -nachweis 320.
— -pflanze 318.
— roter 342.
— -statistik 331.
— -substitut 297.
Indigotin 327.
Indigrot 325, 327.
Indigweiß 327.
Indikan 221, 315, 336.
— (Nachweis) 320.
Indische Eiche 1578.
— Fichte 1206.
— Lebenseiche 1215.
— Rinde 887.
Indischer Mandelbaum 1544.
— Maulbeerbaum 1217.
Indische Roßkastanie 1248.
Indisches Ebenholz **1561**.
— Mahagoni 1474, 1499.
— Rosenholz 1235, (1539).
Indischgelb 304.
Indoalanin 195.
Indol 81, 90.
— (Alkaloide) 33.
Indore 74.
Indoxyl 316, 336.
Indragiri-Dammar 1042.
— -Gambir 897.
Inferno 765.
Inga bigemina 41.
— dulcis 747, 854.
Ingá-hú 1254.
Ingaöl 747.
Inga saponaria 854, 1821.
— vera 854, (1228).
Ingwer, gelber 226.
Inhaltsschleime 1832, 1837, 1896.
Inhambanekopal 1067.
Inhame 1973.
Inikid 443.
Injo 1221.
Inkarnatklee 271.
Inkarnatrin 271.
Inklusen 908.
Inocarpus edulis 1237, 1444, 1959.
— Forst. spec. (1237).
Inodes causarium 443.
Inosit 2037, 2055.
— -methyläther 2037.
Inoyöl 778.
Inselvalonea 915.
Insulin 202.
Interzellularsubstanzschleime 1832, 1833, **1843**.
Inthlaka 1067.
Intisy 1717.
Intsia bijuga 1232, 1420.
Intybin 140.
Intyú 1276.
Inuenju 1235.
Inukayöl 725.
Inula helenium 2055.
Inulase 2119.
Inulenin 2045.
Inulin 2044, 2055, 2119, 2120.
Inulinhaltige Wurzeln 2117.
Invertin 203, 1115.
Ipé branco 1273.
Ipecacuanha glycyphloea 55.
— officinalis 55, 1825.
— -wurzel 55.
Ipé do campo 1587.
— tabaco 1585.
Ipil 1232, 1420.
Ipomein 1059.
Ipomoea albivenia 479.
— batatas (1960), 1985.
— beraviensis 479.
— bona nox 1707.
— digitata 1961.
— dissecta 1805.
— fastigiata 1961.
— Horsfalliae 1961.
— jalappa 1059.
— mammosa 479, 1960.
— orizabensis 1059.
— pandovata 1059.
— paniculata 1961.
— purga 1059.
— Schiedeana 1059.
— simulans 1059.

Ipomoea turpethum 1059.
Ipu Aka 49.
— Kajo 49.
— Seluwang 49.
— Tanah 49.
Iramomi 1206, 1290.
Iriavtea spec. 1310.
Iridaceae 452.
— (Äth. Öl) 73, 80.
— (Farbst.) 360, 363.
— (Gerbst.) 846.
— (Stärke) 1921, 1958.
Iris florentina 80.
— germanica 80, 1921.
Irish moss 1846.
Irisin 2045.
Iris macrosiphon 452.
— -öl 80.
— pallida 80.
— pseudacorus 452, 846.
— versicolor 846.
Irländisches Moos 1846.
Iroko 1376.
Iron 81.
Iron bark 1215, 1350, 1356, 1357, 1362, 1549.
— box 1509.
— tree 1265, 1546.
Irongum tree 1265.
Ironwood 1213, 1229, 1230, 1246, 1251, 1271, 1316, 1454, (1568).
— tree 1231, 1266.
Irvingia Barteri 792, (1239), 1465.
— -fette 743.
— gabonensis 792, 1239, 1465.
— -holz **1465**.
— malayana 743, 1239.
— Oliveri 743, 1239.
— Smithii 792, 1239.
Iryaöl 761.
Isabgul 1894.
Isáka 1410.
Isanhiamne 1560.
Isatan 223, 316.
Isátida 336.
Isatis alpina 316.
— lusitanica 316, 318.
— tinctoria 207, 223, 316, 317, 336, 726.
Ischaemum angustifolium 662.
Ischii-gashi 1216.
Ischkar 1821.
Ischnosiphon arouma 453.
— obliquum 453.
— plurispecatum 453.
Ischo 1203.
Isländische Flechte **1902**.
Isländisches Moos 123, **1902**, 2039.
Isoamylalkohol 79.
Isobarbaloin 114, 242.
Isobuttersäure 1805.
Isobuttersäurebinalylester 102.
Isocalycanthin 39.
Isochinolin (Alkaloide) 32.
Isochlorophyllin 313.
Isocorybulbin 41.
Isoemodin 240.
Isoerysimupikron 132.
Isohämateïn 294.
Isolichenin 1903, 2038.
Isomaltose 1949, 2038.
Isonandra gutta 1736, 1740.
Isopelletierin 48.
Isophyllin 313.
Isophysostigmin 42.
Isopilocarpin 45.
Isopimarsäure 1091.
Isopininsäure 1091.
Isoptera borneensis 729.
Isoquerzetin 285.
Isorhamnetin 241, 270, 277, 278.
Isorhamnose 2033.
Isorhodeose 1059.
Isorottlerin 141, 359.
Isosantalin 352.
Isosylvinsäuren 1091.
Isothiozyanallyl 96, 97.
Isotriamylose 1952.
Isotrifolin 270.
Isovaleraldehyd 93, 95.
Isovaleriansäure 93, 1803.
Ispaghul-Samen **1894**.
Istrische Gallen 955.
Isu 1226.
Isubgol 1894.
Italienische Pappel 1211. 1324.
Itanda 1542.
Itapalme 444.
Itaübá 1726.
Itauba branca 1226, 1397.
— camara 1226.
Itaya-Kayede 1248.
Itoballi 1243.
It slips 1371.
Ituri 1726.
Ivain 140.
Ivakraut 140.
Iwatake 1905.
Ixia crocata 363.
Ixora ferrea 1277, 1454.
Ixtle commun 449.
— de Palma 449.
— de Palma pita 449.
Iy-Chee-Öl 735.
Izotl 449.

J

Jaborandiblätter 45.
Jaborin 45.
Jacana 1268.
Jacaranda 1236, 1442, 1536.
— acutifolia 862.
— branco 1439.
— brasiliana 1439.
— cabiuna 1437.
— caroba 1439.
— Clausseniana 1439.
— copaia 121, 862.
— -holz 1275.
— Juss. 1275.
— ostindisches 1439.
— ovalifolia 364.
— preto 1236.
— pretto 1439.
— procera 121.
— rotes 1539.
— roxa 1236, 1439.
— rôxo 1539.
— tã 1439.
— violeta 1436.
— violetta 1439.
Jacarandin 365.
Jackbaum 2047.
Jack-fruit tree 1218.
Jackholz 248, 281.
Jack oak 1356, 1357.
— pine 1205.
— tree 1218.
Jacqemase 208.
Jafaloin 114, 242.
Jafferabad-Aloë 242.
Jaffnamoos 1849.
Jagera 1824.
Jaggery palm 445.
Jagra 2104.
Jahresringe 1129, 1158.
— der Nadelhölzer 1278.
Jai-mangal 1275.
Jaint 1235.
Jaiphal 1223.
Jakfruchtbaum 1705.
Jakholz 281.
Jakobskraut 56.
Jalapin 1059, 1827.
Jalappe (Löslichkeit) 1099.
Jalappeharz **1058**, 2033.
Jalappenwurzel 2033.
Jali Salei 1230.
Jallow-Mahagoni 1485, 1487.
Jam 1256.
Jamaican walnut 1327.
Jamaika-Arrowroot 1976.
— -Bitterholz 163.
— -Buchsholz 1275.
— -Kino 850.
— -Mahagoni 1474.
— -Nußbaumholz **1412**.
— -Pockholz 1453.
— -Quassia **1463**.
— -Rotholz 289, 1426.
— -Zeder 1469, 1470.
Jambea 1231.

Jambosa aromatica 1263.
— domestica 859.
— malaccensis 859, 1263.
— vulgaris 48, 859, 2052.
Jambosin 48.
Jambuse 2036, 2052.
Jamrosarinde 860.
Janapa 582.
Jantan 1256.
Japaconitin 37.
Japanese cedar 1302.
— Pterocarya 1327.
— Thuja 1304.
Japanholz 288, 1426.
Japanische Douglastanne 1206, 1285.
— Eiche 1204, 1216, 1266, **1365**.
— Flügelnuß 1212.
— Kastanie 1213.
— Kryptomerie 1208.
— Lärche 1204.
Japanischer Hemlock 1207.
— Lebensbaum 1208.
Japanische Roßkastanie 1248.
— Rotkiefer 1206.
Japanisches Buchsbaumholz 1507.
Japanische Schwarzkiefer 1206.
Japanisches Moos **1851**.
— Persimmonholz 1569.
— Schirmtannenholz 1300.
Japanische Weißtanne 1207, 1288.
— Zeder 1302.
Japanknollen 51, 2054.
Japanlack **1060**.
Japarandiba angusta 1261.
Japon 288.
Jaqueira 281, 1218.
Jaracapapayotin 205.
Jaracatia dodecaphylla 205.
Jarilla 991.
Jarrah 1266, 1549.
Jarul 1260.
Jasmin 81.
— -alkaloide 49.
— gelber 49.
— -öl 81.
— -pomade 81.
Jasminum 2036.
— glabriusculum 140, 862, 896.
— grandiflorum 81.
— nudiflorum 140.
— officinale 81.
Jasmipikrin 140.
Jasmon 81, 90.
Jaspeada 379, 1231.
Jåsund 455.
Jatahy 1232.
Jatawolle 435, 524, 648.
Jateorhiza 337.
Jateorrhizin 38.
Jatoba 1232.
Jatropha-Bitterstoff 140.
Jatropha cardiophylla 1727.
— curcas 733, 2016.
— glandulifera 734.
— glauca 734.
— Heudelottii 734.
— janipha 1960.
— manihot 1805.
— montana 733.
— multifida 140, 734, 1822.
— -öle 734.
Jatrorrhiza palmata 127, 337.
Jaumave ixtle **617**.
Jaune indien 304.
— d'Orléans 367.
Javablätter 44.
Java-Erbse 204.
— -holz 1611.
— -Indigo 330.
— -Jute 578.
— -Mandelöl 721.
— -Olivenöl 796.
— teak 1578, 1581.
— -Zitronellöl 102.
Jba-hé-hé 1220.
Jebu-Mahagoni 1485, 1487.
Jeffreys Kiefer 1205.
Jeniceroholz **1482**.
— -mahagoni 1474.
Jenkayöl 725.
Jeorina sordida 1809.
Jequié-Kautschuk 1727.
Jequiliba assu 747.
Jequitibà vermelho 1261.
Jerli 951.
Jerusalemdorn 461.
Jervasäure 35, 1805.
Jervin 35.
Jeserai 1726.
Je-tha-gyi 1235.
Jeve debil 1726.
Jimmin Low 1265.
Jipijapa 447.
Jiquitibá 1261.
Jiyal 1245.
Joa minda 1217.
Joannesia princeps 735.
Jochlärche 1291.
Jodina rhombifolia 893.
Jodstärke 1940.
Johannisbeere 1803, 2047.
— australische 1803.
— schwarze 2048.
Johannisbeerkernöl 780.
Johannisbrot 1805, (2049), 2076.
— -baum 371.
— -produktion 2077.
— (Schleime) **1865**.
Johimbebaum 55.
Johnson grass 439.
Joliffia africana 727.
Jondo 1415.
Jong Kontong 2019.
Jonidin 40.
Joruba ebony 1560.
Jovis glans 846.
Jubaea chinensis 774.
— spectabilis 446, 774.
Jubulpore hemp 459.
Juchtenöl 867.
Judasbaumblattholz 1390.
Judasbaumholz, europäisches **1421**.
Judas tree 1233, 1421.
Judenschoten 959.
Jugini 1272.
Juglandaceae (Farbst.) 229.
— (Gerbst.) 846.
— (Harze) 1041.
— (Hölzer) 1212, 1330.
Juglans alba 1333, 1334.
— alba acuminata 1334.
— alba minima 1333.
— alba oblonga 1329.
— alba ovata 1333.
— amara 1333.
— aquatica 1333.
— australis 1327.
— cathartica 1329.
— cinerea 229, 847, 1212, 1326, 1327, 1329.
— cordiformis 1333.
— glabra 1334.
— insularis 1327.
— mandschurica 847, 1212, 1326, 1327, 1330.
— mucronata 1334.
— nigra 229, 762, 847, 888, (1212), 1326, 1327, 1329.
— obcordata 1334.
— oblonga 1329.
— ovalis 1333.
— ovata 1333.
— pecan 1332.
— porcina 1334.
— regia 229, 762, 847, (1212), 1326, 1327.
— regia ocogona 1330.
— Sieboldiana 762, 1212, 1327.
— tomentosa 1334.
Juglon 229.
Jujube 2050.
Jumbehobaum 55.
Juncaceae (Fas.) 448.
Junco 447.
Juncus effusus 448.
— Leersii 448.
— maritimus 448.
— pallidus 448.
— pauciflorus 448.
— vaginatus 448.

Jungfernkork 1795.
Jungfernöl 764.
Jungle Jack 1218.
— wood 1606.
Juniper 1205, 1209.
Juniperin 140.
— -säure 2017.
Juniperus barbadensis 1209.
— bermudiana 1209, 1308.
— chinensis 1209.
— communis 99, 140, 846, 1082, (1209), 1308, 2017, 2018, 2046.
— drupacea 1209.
— flaccida 1209.
— macropoda 1209.
— monosperma 1209.
— pachyphloea 1209.
— procera 1209, 1308.
— occidentalis 1209.
— oxycedrus 1082.
— sabina 2017.
— sabinoides 1209.
— virginiana (1209), 1307.
Ju-Palme 446.
Juraterpentin 127, 1095.
Jurighas 1249.
Justicia adhatoda 53.
— gendarussa 862.
Jutaicica 1073.
Jutahy 1232.
Jute 465, **559**.
— Aufbereitung 561.
— Eigenschaften 562.
— Farbe 563.
— Festigkeit 564.
— Feuchtigkeitsgehalt 563.
— Geruch 563.
— Geschichtliches 559.
— Glanz 563.
— Handelssorten 562.
— Kultur 561.
— mikrochem. Verhalten 564.
— Morphologie 563.
— spez. Gewicht 564.
— Statistik 559.
— Verwendung 566.
— von Madras 578.
Jvahe-hé 1220.

K

Kaala 1244.
Kabashiholz **1519**.
Kabaski 1247.
Kabotree 1232.
Kabukalli 1247.
— -holz **1516**.
Kachmar 1233.
Kachnar 1233.
Kadamfett 728.
Kadamöl 728.
Kadatnyan 1222.
Kaddam 1276.
Kadjai 1710.
Kadjand 1222.
Kaduk-kai 860.
Kadumberiya 1563.
Kaf 436.
Kaff 481.
Kaffee 34, 55.
— -bohnen 1805.
— -bohnenöl 781.
— -säure 1093.
— -surrogat 2119.
Kafferboom 1594.
Kaffernhirse 352.
Kaffir bread 1954.
— hemp 466.
Kafir cotton 479.
— tree 1593.
Kaftanhonig (1868).
Kagbhalai 1243.
Kagi 1246.
Kagnébutter 739.
Kagooöl 748.
Kagunga nischwa 1230.
Kahikatea 1203.
Kahimal 455.
Kahira 1871.
Kahles Bruchkraut 383.
Kahua 1262.
Kaiguigo-Mahagoni 1485, 1487.
Kaikumba 1257.
Kainggras 438.
— -zellulose 662.
Kaiphal 282.
Kair 654.
Kaiserkrone 35.
Kaiserkronen-Stärke (1957), **1971**.
Kajeputbaum 475.
Kajeputöl 81.
Kajramta 1222.
Kaka 1245.
Kakao 47, 195.
— -baum 473.
— -butter 744
— -öl 1803.
Kaka-suroli 1562.
Kakeralli 1261.
Kaki 1231, 1569.
— -cutch 880.
— -pflaume 2054.
Kakrásinghee 961.
Kaktusfeigen 2072.
Kala kudu 1273.
Kalameon 82.
Kalamo 1754.
Kala-tendu 1562.
Kalempangöl 796.
Kalifornienholz 289.
Kalifornische Bärentraube 1267.
— Platane 1227.
Kalifornischer Lorbeer 1224.
Kalifornische Steineiche 1362.
— Tanne 1207.
— Weißeiche 1214.
Kalikogelb 279.
Kalk-Djati 1582.
Kalkuttahanf 559.
Kalkuttamyrobalanen 920.
Kalloseschleime 1832.
Kallu 1563.
Kalmus 82.
— -kampfer 82.
— -öl 82.
Kaloponax ricinifolia 1266.
Kalumédiriya 1564.
Kalziumgehalt der Hölzer 1194.
Kalziumkarbonat in Hölzern 1194.
Kalziumoxalat 1808.
— in Hölzern 1194.
Kalziumtartrat 1809.
Kama-danni 1276.
Kamala 140, 358.
— neue 359.
Kamalin 140, 359.
Kam-Aloo 1973.
Kamaschilrinde 888.
Kamassi 1272.
— -buchsholz 1508.
Kamatti 1225.
Kamayuan 1221.
Kambala 1376.
Kambium 1127.
— -ring 1126.
Kamela 358.
Kameldorn 1230.
Kamerara 1563.
Kamerunebenholz 1559.
Kamerunkopal 1069.
Kamerunmahagoni 1241, 1485, 1487, 1495.
Kamillen-Bitterstoff 141.
— -blüten, römische 257.
— -säure 141.
Kamnâ 1262.
Kampecheholz 291.
Kampfer 96, 99, 101, **103**.
— -baum 103.
— -baumholz **1401**.
— -baumsamenöl 746.
— -baum, wilder 1224.
— -blumen 106.
Kämpferid 262, 276.
Kampfer in Hölzern 1197.
Kämpferol 240, 241, 252, 263, 275.
Kampferöl 82.
— blaues 83.
— rotes 83.
— schwarzes 83.
— weißes 83.

Kampfer-Rohöl 83.
— -Rotöl 83.
— synthetischer 107.
— -Weißöl 83.
Kanab 470.
Kanadabalsam **1062**.
Kanadinolsäuren 1062.
Kanadinsäure 1062.
Kanadische Birke 1338.
— Felsenbirne 1227.
— Pappel 1211, 1323.
Kanadolsäure 1062.
Kanaf 470.
Kanak-champa 1254.
Kanapa 1261.
Kanarienbanane 619.
Kanarienöl 721.
Kanarisches Drachenblut 385.
Kanchia 1562.
Kanda 452.
Kandagang 468.
Kandeb 1256.
Kandelia Rheedii 880.
Kangaroogras 439.
Kanghi 468.
Kangi 1275.
Kanier 1233.
Kanitébutter 737.
Kannastärke 1923, **1978**.
Kanonenbaum 849.
Kanoogamanoo 748.
Kanoogoo 748.
Kansuyod 1242.
Kantala 602, 607, **610**.
Kantén 1852.
Kanudun 1248.
Kanuga-Karra 748.
Kanvel 1225.
Kanwait 246.
Kanwal 459.
Kanyabutter 740.
Kanyébutter 739.
Kan yen 241.
Kanyinoil 1057.
Kanyin oil 1257.
Kapa 455.
Kapadeh 443.
Kap-Aloë 241.
Kapaloin 114, 242.
Kapaussuto 1231.
Kapensisches Mahagoni 1240, 1485, 1488.
Kapernstrauch 268.
Kapgummi 993, 1006.
Kapittha 1239.
Kap Lopez-Ebenholz 1559.
— -Mahagoni 1485, 1488.
Kap-Mahagoni 1488, 1490.
Kapoi 457.
Kapok **512**, 1528.
— (chemisches Verhalten) 514.
— (Farbstoff) 515.
Kapok (Faserlänge) 514.
— (Feuchtigkeitsgehalt) 517.
— (Kultur) 516.
— (Kutikula) 514.
— (Morphologie) 514.
— -öl 720.
— -öl, indisches 720.
— (physikal. Eigensch.) 517.
— (Sorten) 516.
— (Statistik) 516.
— (Verwendung) 517.
— (Wanddicke) 514.
— -wachs 2014.
Kappa 1745.
Kappern 1821.
Kapsafran 363.
Kapuzinerbaum 1736.
Kapuzinerkressesamenöl 799.
Karachi 988.
Karail 1209.
Karajura 255.
Karajuru 255.
Karakin 141.
Karamaniavalonen 913.
Karamatsu 1204, 1292.
Karami mavon 1956.
Karasushi-kimi 474.
Karat 2078.
Karatas Plumieri 448, 634.
Karavonikawolle 511.
Karay 1276.
Karbonzement 1855.
Karboxylase 1115.
Kardamomen 83.
Kardamomenöl 83.
Kardobenedikte 126.
Karet 1710.
Karhar 1229.
Karindi 1271.
Karingi 1273.
Karite 1734.
Karité 1268.
— -butter 788.
— -nüsse 789.
Karmaru 1229.
Karmesinlack 378.
Karmin 381.
— -lack 381.
— -säure 380.
Karmoisinrot 381.
Karnaubawachs 2014.
Karobbaum 2075.
Karoben 2076.
— -kaffee 2078.
Karola 1055.
Karotene 247.
Karotin 217, 247, 311.
Karotinoide 217, 247, 311.
Karotte 2052.
Karottensamenöl 799.
Karpasa 487, 488.
Karpasi 488.
Karri 1264, 1549.
Karthamin 357.
— -säure 357.
Kartoffel 193, 1802.
— -kautschuk 1717.
— -knolle (Alkaloide) 51.
Kartoffeln (Eiweiß) 197.
Kartoffelsago 1971.
Kartoffelstärke 1923, (1961), **1986**.
— Analyse 1962.
— opt. Dreh. 1931.
Kartoffel, süße 1985.
— -tyrosinase 206.
— (Vitam.) 2005, 2007.
Karun 1217.
Karu Vagai 1229.
Kasa 1232.
Kasambi 1248.
Kaseinkorke 1798.
Käsepappelblüten 1891.
Kaspische Weide 1321
Kassade 1983.
Kassavemehl 1983.
Kassiaöl 84.
Kassiastearopten 84.
Kassieblütenöl 84.
Kassieextrakt 84.
Kassiepomade 84.
Kassumba 355.
Kastanie, australische 1234.
— echte 454.
— japanische 1213.
Kastanien-Bitterstoff 141.
Kastanieneiche 875.
— gelbe 1214, 1350.
— gemeine 1352.
— zweifarbige 1347.
Kastaniengerbstoff 832.
Kastanienholz **1524**.
— -extrakt 848.
— (Gerbst.) 893.
Kastaniensamen 1823.
Kastanienstärke (1958), (1960), **1979, 1984**.
Kastanie (Vitam.) 2007.
Kastnia elegans 1014.
Kastoröl 778.
Kasuarinaholz **1314**.
Kata Narunga 1239.
Katapang 1262.
Katappenbaumholz **1544**.
Katarni 1226.
Katechine 834, 835.
Katechon 835.
Katechu 853, 894.
— -baum, roter 852.
— blasses indisches 894.
— gelbes 834, 896.
— (Gerbstoffgehalt) 833.
Ka-tel 1078.
Kateran Bujus 1292.

Kath 894.
Kathitka 1251, 1499.
Katianufett 787.
Kat jadikai 890.
Katkaula 1224.
Kat maä 1244.
Katmarra 1225.
Katpali 1269.
Katra 2064.
Katsuraholz **1390**.
Katta 1244.
Kattig 1955.
Kattito 1275.
Kaugummi 1086, 1734.
Kaukasische Flügelnuß 1212.
Kaukasisches Nußbaumholz 1212.
Kau kutoku 1276.
Kaula 1224.
Kaumakka 774.
Kauri 1204.
Kauriegras 450.
Kaurifichte 1070.
Kaurifichtenholz **1283**.
Kaurikopal 1070.
— (Löslichkeit) 1100.
Kaurinsäure 1071.
Kauri pine 1283.
Kaurolsäure 1071.
Kauroresen 1071.
Kautschuk **1647**.
— Aufbereitung 1668.
— -baumöl 734.
— Bewertung und Prüfung 1687.
— chemische Untersuchung 1689.
— chemische Zusammensetzung 1679.
— Geschichte 1648.
— Gewinnung 1663.
— -gruppe **1647**.
— Literatur 1782.
— Handelsstatistik 1698.
— Kohlenwasserstoffe 1671.
— liefernde Pflanzen **1705**.
— mikroskopische Untersuchung 1686.
— physikalische Eigenschaften 1677.
Kautschukproduktion: Abessinien 1777.
— Afrika 1770.
— Angola 1775.
— Asien und Australien 1777.
— Bolivien 1767.
— Borneo 1781.
— Brasilien 1765.
— Britisch-Gambia 1772.
— Britisch-Guayana 1768.
— Britisch-Malaya 1779.
Kautschukproduktion: Britisch-Ostafrika und Uganda 1776.
— Ceylon 1777.
— Costarica 1769.
— Dahomey 1773.
— Ekuador 1767.
— Elfenbeinküste 1773.
— Formosa 1782.
— Französisch-Guayana 1769.
— Französisch-Indochina 1779.
— Französisch-Senegambien 1771.
— Goldküste 1773.
— Guatemala 1770.
— Guinea 1772.
— Honduras 1769.
— Kamerun 1774.
— Kolumbien 1768.
— Kongo 1774.
— Lagos 1773.
— Madagaskar 1777.
— Mexiko 1770.
— Natal 1775.
— Neuguinea 1782.
— Neukaledonien 1782.
— Nicaragua 1770.
— Niederländisch-Guayana 1768.
— Niederländisch-Indien 1780.
— Nigeria 1774.
— Nordamerika 1770.
— Nyassaland u. Rhodesia 1775.
— Panama 1769.
— Philippinen 1782.
— Portugiesisch-Ostafrika 1775.
— Samoa 1782.
— San Salvador 1770.
— Siam 1779.
— Sierra Leone 1772.
— Südamerika 1765.
— Sudan 1772.
— Togo 1773.
— Venezuela 1768.
— Vorderindien u. Burma 1778.
— vorm. Deutsch-Ostafrika 1776.
— Zanzibar 1777.
— Zentralamerika 1769.
Kautschuksaft 2037.
Kautschuksamenöl 734.
Kautschuk, Viskositätsbestimmung 1695.
— von Bahr-el-Ghazal 1753.
— -vulkanisation 1696.
Kauwi 1576.
Kavidara Kadmar 747.
Kawaka 1208.
Kawala 1224.
Kawhaka 1208.
Kaworoh 467.
Kawraw 1269, 1560.
Kaya 1204.
— euryphylla 1483.
— -öl 725.
Kayaru 654.
Kaya senegalensis 1484.
Kayoe-Bassie 1420.
Kaysumach 849.
Kayu-arang 1566.
Kayuguru 1251
Kayu-malam 1566.
Kedgy-kedgy 1242.
Kedireholz 1582.
Keeskeesiemakka 774.
Keg 1569.
Keiguo-Mahagoni 1485, 1487.
Keiwgo-Mahagoni 1487.
Kekkai 1851.
Kel 455.
Kelakkifett 787.
Keledang 1218.
Kellerhals 474.
Kelloggseiche 1358.
Kelloggs oak 1358.
Kelp **1901**.
Kembalholz 1582.
Kempferia hedichium 453.
Kemponashi 1250.
Keneb 437.
Kendir 477.
Kenna 582.
Keracyaninchlorid 253.
Keratomeli 2078.
Kerewowo 1430.
— -holz **1434**.
Kerguelenkohl 2003.
Keritee 1400.
Kermes 382.
— -beeren 382.
— -eiche 382, 1363.
— -eichenrinde 873.
— -laus 223.
— -säure 383.
— -schildlaus, deutsche 383.
— -wurzel 861.
Kernhefe 1114.
Kernholz 1131.
Kerntang 1846.
Kerrouche 873.
Kesu 226.
Kesuda 226.
Ketianöl 787.
Ketira 1016.
Ketmia mutabilis 468.
Ketoembar hoetan 470.
Keton 487.
Ketone in äther. Ölen 62.
Kettan 488.
Kettira 1877.

Keulenbaum 1314, 1316.
Keyaki 1216.
Khâdir 897.
Khaiger 1230.
Khair 1230.
Khakda 1237.
Kharani 1270.
Kharik 1373.
Kharpat 1240.
Kharua 238.
Khasiaföhre 1206.
Khat 1247.
— Kati 466.
Khau 1271.
Khâus 472.
Khavon 472.
Khaya anthotheca 1240, 1484, 1485, 1486, 1487, 1492.
— euryphylla 1241, 1485, 1487.
— grandifolia 1483, 1487.
— grandis 1484, 1486, 1487.
— -hölzer **1491**.
— ivoriensis 1240, 1484, 1485, 1486, 1487, 1492.
— Kerstingii 1486, 1487.
— Klainei 1240, 1483, 1484, 1485, 1487, (1498).
— madagascariensis 991, 1485, 1487.
— Punchii 1484, 1485, 1486, 1487.
— senegalensis 991, (1240), 1483, 1484, 1485, 1486, 1487, 1491.
Kher 440.
Khersal 894.
Khina 1244.
Khiri 1268.
Khoai-tu 1960.
Khogra 1230.
Khus-khus 439.
Khuter 258.
Khwan 1271.
Kiahong 1245.
Kiamil 1245.
Kiang Hoang 229.
Kichererbsen 196.
— -öl 775.
Kickxia africana (1747), 1748.
— elastica 477, (1273), 1577, (1747), 1748.
— Scheffleri 1749.
Kidroa 1755.
Kiefer 1205.
— glatte 1205.
— kleinblütige 1299.
— -nadelöl 80.
Kiefernhölzer 1293.
Kiefernholz, gemeines **1294**.
Kiefernsamenöl 724.
Kienöl 99.
Kieselgur-Gipsgemisch 1798.
Kieselholz der Antillen 1228.
— mexikanisches 1229.
Kieselsäure in Hölzern 1195.
Kifushi 961.
Kigelia aethiopica 1275.
— pinnata 862.
Kiggelaria Drageana 1259, 1485, 1487.
Kihagilo 1269.
Kikar 1230.
Kila 1975.
Kindai 1086.
Kindal 1262.
— -Kindal 1220.
Kindzou 1233.
King ma 470.
— nut 1334.
— of the timber 1240.
Kinjal 476.
Kin Jung 1300.
Kino 888, (1539).
— americanum 850.
— -baum 226, 855.
— -baumöl 226, 748.
— bengalisches 855, 892.
— flüssiges 890.
— -gerbsäure 891.
— -gerbstoff 841.
— -Mahagoni 1485, 1488.
— occidentale 889.
— occidentalisches 850.
— ostindisches 855, 892.
— -rot 891.
— von Colombo 890.
— von Jamaica 889.
— von Kilossa 889, 891.
— westafrikan. 855.
— westindisches 889.
Kinoin 891.
Kin Sung 1207.
Kiparai 1248.
Kiri 1274.
Kiribaumholz **1583**.
Kirihinau 885.
Kiriholz **1583**.
Kiri-mawaa 1272.
Kiri toa-toa 867.
Kiriwalla 1272.
Kirma 457.
Kironli 1256.
Kirroah 1273.
Kirschgummi 1010.
— -säure 975.
Kirschkernöl 780.
Kirschlorbeer 204.
— -öl 780.
Kirton wood 1251.
Ki-sasage 1585.
Ki-sho-mi 1060.
Kistenbaum 1248.
Kistenzedernholz **1467**.
Kitaibelia vitifolia 471.
Kitelor 1243.
Ki-toke 1229.
Kitool 445, 646, 1311.
— fiber 445.
— palm 445.
Kittujack 1347.
Kitul 646.
— -palme 2104.
Kitupalme 1970.
Kiurushi 1060.
Kive-Ho-Körner 373.
Kiwada 1238.
Klainedoxa gabonensis 1239.
Klappervezel 654.
Kleber 193.
— -eiweiß 194.
— -proteine 194.
Klebkraut 236.
Kleeblütenfarbstoff 270.
Kleesamenöle 775.
Kleesäure 1808.
Kleinedeltraube 2067.
Kleinhofia hospita 472, 1254.
Klette 2055.
Klettensamenöl 745.
Klettenwurzel 2055.
Klevnertraube 2067.
Kliajur 1210.
Klopstockia cerifera 2020.
Knackweide 1321.
Knauel 383.
Knépier 1248.
Knightia excelsa 1220, 1381.
Kniphofia aloides 450.
— glauca 450.
Knipnee 1248.
Knobthom 1238.
Knobhout 1238.
Knopfschellack 1057.
Knoppern 868.
— -gerbstoff 830.
— (Gerbstoffgehalt) 819.
— kleinasiatische 912.
— levantinische 912.
— -mehl 959.
— türkische 912.
— ungarische 957.
Knorpeltang 1846.
Knöterich 241.
Knotted tree 885.
Knysna boxwood 1508.
— -buchsholz 1508.
Koa 1229.
Koan 1259.
Koberu 1319.
Kocalpalme 443.
Koekrubber 1724.
Koemboeh 441.
Kognak 2070.
Kohe-kohe 1242.
Ko hemp 462.
Kohlenhydrate in Hölzern 1195

Kohlenwasserstoffe in äther. Ölen 61.
Kohlpalme 1956, 1968.
Kohlrabi 2047.
Kohlsaatöl 782.
Kohu 1271.
Koji 202.
Kokkelskörner 38, 158.
Koko 1327.
Kokomba 1755.
Kokona zeylanica 1247.
Kokosboom 449.
Kokosfaser **654**.
Kokosfett 769.
Kokosfettsäure 771.
Kokosgummi **1012**.
Kokosnußfaser 654.
Kokosnußfett 769.
Kokosnußöl (Vitam.) 2007.
Kokosöl 769.
Kokospalme 446, 654, 769, 1013, 1210, 2102, 2037, (2056).
Kokospalmenholz **1310**.
Kokospalmzucker 2102, 2104.
Kokpara 1229.
Kokra 1243.
Kokue 1576.
Kokumbutter 739.
Kokushi 681.
Kokusholz 1442.
Kola 1254.
Kolar 1233.
Kolatier 1254.
Kolbenschilf 435.
Koli-al 1218.
Koli payar 1271.
Kolophensäuren 1092.
Kolophonium **1086**, **1092**.
— -Bitterstoff 142.
— (Löslichkeit) 1100.
Kolophonsäuren 1090, 1091.
Kolorado-Douglastanne 1285.
Kolorin 235.
Kolosa 455.
Kolumbia — s. a. Columbia —.
— -kopal 1074.
— -mahagoni 1474, **1480**, **1481**.
Kolumbische Strobe 1205.
Kolzaöl 782.
Kombobutter 761.
Komboholz **1396**.
Kómboloholz 1416.
Kometsuga 1207.
Kominoholz 1225.
Kompitro 1761.
Kompitsia elastica 1761.
Kompitso 1761.
Kompletine 2001.
Kompositae (Äth. Öl) 100 (s. a. Compositae).
— (Harze) 1062.
Kompositae (Öle) 744, 761.
Kongo-Akazie **1416**.
Kongokopal 1068.
— (Löslichkeit) 1100.
— -säure 1069.
Kongomahagoni 1553.
Koniferennadeln 435.
König der Holzarten 1444.
Königsholz 1272, 1439.
— blauviolettes **1612**.
Königshölzer **1611**.
Königsholz, rotviolettes **1612**.
— von Madagaskar **1611**.
Königskerze 2054.
Königspalme 445.
Königs-Salep 1897.
Konimen 1049.
Konje hemp 627.
Konkanee hemp 582.
Konkura 567.
Konoplja 547.
Konote-Kaskiwa 1305.
Konta-Mahagoni 1485, 1486.
Konyaku 1957.
Konzentrationen, amerikan. 160.
Koompassia malaccensis 1233.
Koondricum 1098.
Kopaivabalsam **1062**.
— (Löslichkeit) 1098.
Kopal aus Kambodja 1043.
Kopale **1064**.
— (Löslichkeit) 1100.
— ostafrik. 1065.
— westafrik. 1067.
Kopal, indischer 1073.
— -resene 1067.
— südamerik. 1073.
Kopie 1247.
Ko-pou 462.
Kopra 769.
Korakan 437.
Korallenbaumsamenöl 747.
Korallenholz 1230, 1236, 1237, **1414**.
Korallenmoos 1857.
Koramushi 567.
Korbeiche 1214, 1349.
Korbesche 1271.
Korbweide 876, 1212, 1321.
Kordofangummi 993, 996, 1006.
Koriander 85.
— -öl 85, 777, 799.
Koriandrol 85.
Korinthen 2068.
Korinthertraube 2067.
Kork **1785**.
— Chemie 1788.
— -eiche 1363, 1794.
— -eiche, echte 1364.
— -eichenrinde 874.
Kork Entstehung 1785.
— -ernte 1797.
— -ersatz 1797.
— -holz 1212, 1240, 1253, 1272, **1592**, 1797.
— -holzbaum der Antillen 1252, **1593**, 1798.
— -holz von Missouri 1595.
— -holz, westindisches 1529, 1592.
— Literatur 1798.
— männlicher 1795.
— -ment 1798.
— -mutter 1795.
— Physik 1792.
— -schädlinge 1796.
— -schicht, Wachstum 1795.
— -schwarz 1796.
— Statistik 1793.
— Verwendung 1793.
Kornblume 253.
Körnchenhonig 2078.
Kornelkirsche 2052.
Kornelkirschenholz **1551**.
Körnerlack 384, 1055.
Kornrade 1803, 1820.
Koroh 1258.
Korsa 1243.
Korthalsia spez. 444.
Korynokarpin 141.
Kos 281, 1218.
Kosai 1566.
Kosam-Bitterstoff 142.
Ko-Sam-Öl 792.
Kosamsamen 142.
Koschenille 379.
Kosein 143.
Kosidin 144.
Kosin 143.
Kosmosfaser 566.
Kossé-kuli 1562.
Kossoblüten 144.
Kostarikamahagoni **1480**.
Kosteletzkya pentacarpa 470.
Kotia 1248.
Koto 1274.
Kotonisierung (Flachs) 547.
— (Ramie) 569.
Kotschingras 87.
Kottonöl 717.
Kotu-kutuhu 861.
Kotzo 454.
Koulteriarotholz 1426.
Koussein 143.
Kowefaser 468.
Kowhai 1235.
Kôyamaki 1207, 1300.
Kozo 670.
Kpoe 1259.
Kraftmehl 1913.
Krähenaugenbaum 48.
Krajuru 255.

Krameria argentea 854, 909.
— cistoides 909.
— ixina 909.
— lanceolata 854, 909.
— secundiflora 909.
— tomentosa 854.
— triandra 840, 854.
Krammetsbeerstaude 1308.
Kramperltee 1903.
Kranzfeigen 2072.
Krapp 230.
Krappaholz 1490.
Krappblumen 235.
Krappenzym 233.
Krappfarbstoffe 223.
Krapp, indischer 235.
— -kleie 235.
— -kohle 235.
— -lack 376.
— ostindischer 237.
— (Verfälschungen) 233.
— wilder 236.
— -wurzel 232, 1805.
Kraunhia floribunda 461.
Krauseiche, japanische 1366.
Krauseminze 85.
Krauseminzöl 85.
Krausmoos 1846.
Kraussiana 1217.
Kräuterkautschuk 1754.
Krautorseille 342, 345.
Kraut, romanisches 259.
Kreolenweihrauch 1062.
Kreosol 101.
Kresol 81, 85.
Kresolmethyläther 101.
Kretti 1225, 1400.
Kreupelboom 885.
Kreuzbeeren (272), 275.
— -extrakte 276.
— -lack, gelber 377.
Kreuzblume 2037.
Kreuzdorn 271, 275.
— -beeren 275.
— -holz **1524**.
— -rinde 2021.
— -samenöl 778.
Kristallkammern 1314.
Kristallstärke 1962.
Krollhaarsplint 442.
Krongallen 955.
Kronsbeere 2053.
Krotonöl 733.
Krubete 1241.
Krummfichte 1290.
Krummholzöl 79.
Krun 1217.
Krutu 1259
Krynitznia 246.
Kryptogamen (Alkaloide) 33.
— (Saponine) 1818.
Kryptomerie, japan. 1208, 1302.
Kryptomerienholz **1302**.
Kubabast 467.
Kuba-Ebenholz 1566.
Kubagelbholz 278, 1374.
Kubahanf 452.
Kubaholz 278.
Kubakiefer 1205.
Kubamahagoni 1474.
— echtes **1475**.
Kubapockholz 1452.
Kubateig 279.
Kubazeder 1469.
Kubazedernholz **1467**.
Kubindé 1252.
Kuchenbaumholz 1390.
Kuchendrachenblut 385.
Kuchengummigutt 385.
Kuchenkampfer 106.
Kuchila 462.
Kuchinashi 374.
Kuchla 1272.
Kugelbaum 1268.
— -holz 1319.
Kugelhefe 1110.
Kugellack 378, 381.
Kuhbaum 1705, 2018.
— -wachs 2018.
Kuhblume 2055.
Kuhhornkleesamen 1868.
Kujarra 1272.
Kukunaria 1207.
Kukuru-man 1276.
Kulanim 1275.
Kulm 1276.
Kulturengelwurz 74.
Kumara 1237.
Kumarin 1806.
Kumarsäure 1806.
Kümmelöl 85, 799.
Kümmelpflanze 85.
Kumpas 1233.
Kun 1210.
Kundebohne 463.
Kundu Baenge 1235.
Kuni 1055.
Kunlai 1231.
Kunthay 1271.
Kunugi 1216.
Kupanssulo 1231.
Kupferholz 1263.
Kupferzahl 1172.
Kurnol 74.
Kuradia 1222.
Kürbis, gemeiner 2055.
— -samenöl 726.
Kurchi bark 1272.
Kuri 1213.
Kuringkura 1275.
Kurkuma 226.
— -Arrowroot 1978.
— -stärke (1958), **1978**.
Kurkumin 227.
Kurobe 1208.
Kuro-Esomatsu 1206.
Kurokaki 1270.
Kuromatsu 1206.
Kuromoji 1226.
Kurosugi 1303.
Kurrimia robusta 1247.
Kurukuru 255.
Kurumi 1212.
Kusa-atte 1304.
Kusa Maki 1203, 1280.
Kusambi 1248.
Kusmus 1258.
Kusnir 1710.
Kussin 143.
Kusso 143.
Kussumb 1248.
Küsten-Douglasie 1286.
Küsten-Engelwurz 74.
Küsten-Sequoie 1301.
Kusu 1223.
Kusum 1055.
Kusuöl 746.
Kutera 1877.
— -gummi 992, 1016, 1877.
Kutikula (Baumwolle) 498.
Kutin 505.
Kutira 1877.
Kutsjinas 374.
Kuwa 1373.
Kuwai 1955.
Kwabohori 1240.
K'wahak 1208.
Kwillar 1233.
Kydia calycina 470, **599**, 1252.
— -bast 599.
Kypros 244.

L

Laau ala 1384.
Labatia macrocarya 1268.
Labenzym 206.
Labiatae (Alkaloide) 51.
— (Äth. Öle) 73, 85, 86, 89, 91, 92, 95, 99.
— (Bitterst.) 125, 144, 145, 147, 148, 152, 158, 164, 168.
— (Farbst.) 261.
— (Fas.) 479.
— (Labenzyme) 208.
— (Öle) 745, 777.
— (Saponine) 1825.
— (Stärke) 1961.
— (Zucker) 2054.
Labkraut, echtes 236.
— kletterndes 236.
Labourdonnaisia calophylloides 1267.
Labpflanzen (Übersicht) 207.
Laburnum, Indian 1233.
— vulgare 42, (1235), 1445.

Labwirkung 206.
Lacca 384.
— muffa 345.
— musci 345.
— musica 345.
Laccol 1061.
Laccerol 1050.
Laccersäure 1056.
Lac-Dye 226, 384, 1055.
Lacebark 470, 1252.
— tree 474.
Lack 1957.
— -dei 384.
— -baum 206, 1060, 1246.
— -lack 384.
— -leinöl 751.
— -moid 347, 384.
— -mus 345.
— -musmolke 346.
— -schildlaus 226, 384.
Lac-Lac 226, 384.
Lacrime Salvatiche 437.
Lactagol 195.
Lactarius speratus 776.
— vellereus 776.
— volemus 2036.
Lac tree 1248.
Lactuca altissima 144, 1074.
— canadensis 144.
Lactucarium 144, **1074**.
Lactuca sativa 144, 1074, 1804.
— -säure 1074.
— scariola 144, 745.
— viminea 1763.
— virosa 144, 1804.
— viscosa 1074.
Lactucin 144, 1074.
Lactucon 1074.
Lactucopikrin 144.
Ladanharz 1041.
Ladanumharz 1041.
Ladenbergia pedunculata 55.
Laennecia-Bitterstoff 144.
Laennecia parvifolia 144.
Lafoënsia speciosa 1260.
Lagenaria vulgaris 2055.
Lagenarie 2055.
Lagerstroemia calyculata 1260.
— flos reginae 1260.
— hypoleuca 1260.
— lanceolata 1260.
— parviflora 475, 1260.
— speciosa 1260.
— tomentosa 1260.
— villosa 1260.
Lagetta funifera 474.
— lintearia 474, 663.
La Glu 1743.
Lagos-Ebenholz 1269, **1559**.
— -Mahagoni 1485, 1487, 1488.
— -öl 769.
Laguna de Terminos-Mahagoni 1477.
Lagunamahagoni 1474, 1478.
Lagunaria Patersonii 470, 1392.
Laguncularia racemosa 1263.
Lahaina 2095.
Lak 1971.
Lake Robert 377.
Lakkainsäure 384.
Lakkase 206.
Lakkey 1229.
Lakori 1274.
Lakoshe 1223.
Laktone in äther. Ölen 62.
Laktoretine 1027.
Lalang djawa 438.
Laljhau 1259.
Lallemantiaöl 745.
Lallemantia iberica 745.
Lalo 467.
Lalung 438.
Lamboben 1244.
Laminaria 1855, 1856.
— angustata 1902.
— bulbosa 1902.
Laminariaceae (Schleime) 1843.
Laminaria Cloustonii 1843, 1844.
— digitata 1843, 1902.
— hyperborea 1843.
— japonica 1902.
— -kegel 1844.
— longissima 1902.
— -quellmeißel 1844.
— religiosa 1902.
— saccharina 1844, 1902.
— -schleime, Hydrolyse 1839.
— stenoloba 1902.
— stenophylla 1844, 1902.
— -stifte 1844.
— Verwendung 1845.
Laminarin 1845.
Laminarsäure 1844.
Lamio 1245.
Lamisi 1273.
Lamium amplexicaule 208.
— hybridum 208.
Lamkana 1244.
Lamybutter 740.
Lanamar 647.
Lana vejetale 513.
Lancewood 1222.
Landgallus 957.
Landolphia amoena 1749.
— arborescens 1749.
— Boivini 1749.
— comorensis 1749, (1759).
— corticata 1749.
— crassipes 1749.
— Dawei 1749.
— delagoensis 1749.
— dondeensis 1749.
Landolphia Droogmansiana 1750.
— Dubardi 1750.
— Dubreucqiana 1750.
— fingimena 1750.
— florida 1750.
— florida var. leiantha 1749.
— Foreti 1750.
— Gentilii 1750.
— grammifera 1750.
— Henriquesiana 1750.
— Heudelotii 1750.
— hispidula 1751.
— humilis 1751.
— kilimandjarica 1751.
— Kirkii 1751.
— Kirkii var. dondeensis 1759.
— Laurentii 1752.
— Laurentii var. grandiflora 1752.
— lucida var. hispida 1752.
— madagascariensis 1752.
— mandrianambo 1752.
— owariensis 1752.
— owariensis var. tomentella 1753.
— parvifolia 1753.
— Perieri 1753.
— Petersiana 1753.
— Richardiana 1753.
— scandens var. genuina 1753.
— scandens var. Petersiana 1753.
— scandens var. rotundifolia 1753.
— scandens var. Tubeufi 1753.
— senegalensis 1753.
— sphaerocarpa 1753.
— Stolzii 1754.
— subsessilis 1754.
— tenuis 1754.
— Thollonii 1743, 1754.
— trichostigma 1754.
— ugandensis 1754.
— Watsoniana 1754.
Lanete 1273.
Langalora 1761.
Langnadelkiefer 669.
Langsdorffia hypogaea 2013.
Langsep 2049.
Langue boeuf 452.
Lanigda 1240.
Lannea Barteri 464.
— egregia 464.
— grandis 464, 1245.
Lansabaum 2049.
Lansibaum 2049.
Lansium-Bitterstoffe 144.
— domesticum 144, 2049.
Lanza blanca 1267.
Lanzenholz 1222.
Lanzura 353.

Lapachillo 1587.
Lapacho amarillo 1587.
— crespo 229, 1275.
— de flor blanco 1587.
— de flor morada 1587.
— de flor rosada 1587.
— -holz 229, 364, **1585**.
Lapachol 229.
Lapacho negro 1585.
— rosa 1587.
— -säure 229.
Lapacol (1586).
La Pice 2095.
Laplacea subintegerrima 1823.
Laportea canadensis 456, 567.
— crenulata 456.
— gigas 457.
— microstigma 457.
— photiniphylla 457.
— pustulata 456.
Lappa 1901.
Lappaconitin 37.
Lappa major 745.
Larch 1290.
Lärche 667.
— dünnschuppige 1291.
— gemeine 1290.
— japanische 1204.
Lärchenholz **1290**.
Lärchenmanna 2041, 2062.
Lärchenrinde 863.
Lärchenrindengerbstoff 838.
Lärchenschwamm 113, 144, 1827.
Lärchenterpentin 127, 1095.
Lärche, ostamerikanische 1204.
— sibirische 1204.
— westamerikanische 1204.
Large flowered evergreen magnolia 1221.
Large-leaved tree 1265.
Large poplar 1211.
Largetooth aspen 1324.
Laricin 144.
Laricinsäure 1801.
Laricinolsäure 1095.
Laricopininsäure 1095.
Laricopinonsäure 1095.
Larinolsäure 1095.
Larinus maculatus 2062.
Larix americana 1204.
— decidua 127, 1095, (1204).
— europea 435, 846, 863, (1204), 1290, 2046, 2062.
— (Gerbst.) 838.
— leptolepis 1204, 1285, 1291.
— occidentalis 1204, 2057.
— sibirica 1204.
Laser 1035.
Laserol 144.
Laserpitin 144.
Laserpitium chironicum 153.
— latifolium 144.
Lasiandra Maximiliana 858.
— papyrifera 470.
— proteaeformis 858.
Lasiosiphon eriocephalus 474.
— speciosus 474, 600.
Lasora 1273.
Latania borbonica 443.
Lata-palash 463.
Lathraea squamaria 317.
Lathyrin 144.
Latsche 1205.
Latschenkieferöl 79.
Lattichöl 745.
Laubhölzer 1127, **1312**.
Laudanidin 39.
Laudanin 39.
Laudanosin 39.
Lauraceae (Alkaloide) 38, 39.
— (äther. Öle) 73, 82, 84, 96, 101.
— (Bitterst.) 154.
— (Farbst.) 225.
— (Gerbst.) 839, 851.
— (Hölzer) 1223, 1392, 1396, 1397, 1400, 1401, 1402, 1470, 1499, 1540, 1617.
— (Kampfer) 103.
— (Öle) 745.
— (Wachse) 2018.
— (Zucker) 2047.
Laurel 1223, 1224, 1260, 1400.
— de la falda 1224.
Laurelia novae Zealandiae 39.
— sempervirens 1223.
Laurelin 39.
Laurel oak 1356, 1357.
Laurencia obtusa 1846.
— pinnatifida 1846, 1856.
Laurier grec 1241.
— marbré 1225.
Laurinaldehyd 79.
Laurineae (Bitterst.) 152.
Laurineenkampfer 107.
Lauro amarello 1224.
— congade porco 1224.
Lauropukin 39.
Laurotetanin 39.
Laurus benzoin 746.
— camphora 103.
— indica 746.
— lingue 839.
— nobilis 745, (1226), 1400, 2018.
— persea 746.
— peumo 851.
Läusekraut 37.
Läusesamen 35.
Lauthopin 39.
Lavande 87.
Lavandula delphinensis 86.
— fragrans 86.
— hybrida 86.
— latifolia 86.
— vera 86.
Lavatera arborea 469.
— cretica 469.
— flava 469.
— maritima 469.
— plebeia 469.
— trimestris 469.
Lavatöl 764.
Lavendel 86.
— -öl 86.
Lavenia erecta 319.
Lävulose 2034.
Lawa 1386.
Lawsonia alba 243, 752.
— inermis 243, 752.
Lawsons cypress 1306.
Layason 617.
Lebensbaum 268.
— abendländischer 1305.
— beilblättriger 1304
— chinesischer 1305.
— gemeiner 1305.
— -holz **1305**.
— japanischer 1208.
— orientalischer 1305.
Lebenseiche 1215.
— europäische 1215, 1363.
— großfrüchtige 1215.
— rote 1216.
— weiße indische 1215.
Lebensholz 1264.
Leber-Aloë 241.
Lecanora atra 341.
Lecanoraceae (Farbst.) 345.
Lecanora esculenta 1808, 1905, 2062, 2064.
— esculenta var. Jussufii 1905.
— sordida 341.
— tartarea 340.
Lecanorin 339, 1806.
Lecanorsäure 339, 345, 1806.
— -methyläther 339.
Lecideae (Bitterst.) 124.
Lecidea ostreata 1806.
Lecithasen 201.
Lecythidiaceae (Fas.) 475.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1261, 1474, 1480, 1481, 1540, 1541.
— (Öle) 746.
— (Saponine) 1823.
Lecythis amara 1823.
— costaricensis 1540.
— grandiflora 475, 663, 1261.
— longifolia 475.
— minor 1261.
— ollaria 475, 663, 747, 1261.
— pisonis 475, 747, 1261.

Lecythis urnigera 747.
— zabucayo 747.
Lecythopsis rufescens 747.
Lederbaum 283, 308, 856, 903.
Ledum palustre 861.
Legföhre 667, 1205.
Legno del Brasile 288.
— di Campeggio 291.
— siringa 1572.
Legumelin 193, 195.
Legumin 193, 195.
Leguminosae (Alkaloide) 41.
— (äther. Öle) 73, 84.
— (Bitterst.) 114, 115, 118. 119, 122. 144, 152, 155. 159, 162, 171, 172.
— (Eiweiß) 196.
— (Enzyme) 205.
— (Farbst.) 226, 241, 242, 248, 257, 258, 261, 263, 268, 283, 288, 291, 302, 303, 318, 347, 350, 351, 360, 371, 385.
— (Fas.) 459.
— (Fette u. Öle) 731, 747.
— (Gerbst.) 831, 833, 840, 852, 877, 888, 889, 890, 892, 894, 909, 923, 928, 935.
— (Gummi) 988, 990, 991.
— (Harze) 1064, 1068.
— (Hölzer) 1228, 1318, 1379, 1386, 1410, 1413, 1414, 1415, 1416, 1417, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1426, 1427, 1428, 1431, 1434, 1435, 1436, 1437, 1442, 1443, 1444, 1445, 1446, 1447, 1453, 1454, 1474, 1475, 1483, 1484, 1486, 1499, 1536, 1539, 1540, 1583, 1593, 1594.
— (Kork) 1798.
— (Labenzyme) 207.
— (Saponine) 1821.
— (Schleime) 1865, 1868, 1871.
— (Stärke) 1959.
— (Wachse) 2018.
— (Zucker) 2061, 2076.
Lehua 1264.
Lei 1259, 1971.
Leichardt's tree 863.
Leiereiche 1214, 1349.
Leimmistel 1861.
Lein s. Flachs.
Leinbaum 1521.
Leindotteröl 725.
Leinkuchen 751.
Leinöl 748.
— -fettsäuren 750.
— -firnis 751.
— (Vitam.) 2007.
Leinsaat 748, 1879.
Leinsamen **1879**.
— -enzym 204.
Leitneriaceae (Hölzer) 1212. 1595.
Leitneria floridana 1212, 1595.
Lem 436.
Lemongrasöl, ostindisches 87.
— westindisches 88.
Lemonschellack 1057.
Lenabatu 102.
Lenecio latifolius 56.
Lengsar 1249.
Lens esculenta 193, 196, 775, 1959.
Lentibulariaceae (Labenzyme) 208.
Lentischio 906.
Lentisco 906.
Lentiscus 906.
Lentisque 906.
Lenzites betalinus 1803.
Leonia glycycarpa 1259.
Leonotis-Bitterstoff 144.
Leonotis nepetaefolia 144.
Leontice chrysogonum 1821.
— leontopetaloides (1958).
— leontopetalum 1821.
— thalictroides 1821.
— thalictrum 1821.
Leontodon taraxacum 171.
Leonurus-Bitterstoff 145.
— cardiacus 145.
— lanatus 158.
Leopardholz 1378.
Leopoldinia piassaba 445, 643.
— pulchra 445, 643.
Lepidadenia Wightiana 746.
Lepidaglaia Baillioni 1386.
Lepidium sativum 725.
Lepidobalanus 913.
Lepidocroton Poeppigii 1244.
Lepidosperma elatius 441.
— gladiatum 441.
Lepironia mucronata 441.
Lepisanthes 1824.
— montana 1248.
Leptadenia spartum 478.
Leptandra-Bitterstoff 145.
Leptandra virginica 145.
Leptandrin 145.
Leptocarpus chilensis 447.
Leptomeria acida 1803.
Leptom-Inseln 1272.
Leptospermum amboinense 1266.
— scoparium 1266.
Lepurandra saccidora 455.
Lerchensporn 41.
Lerler 998.
Lerp-Amylum 2064.
Lerp-Manna 2064.
Letharia vulpina 1806.
Letterhölzer, sog. 1379.
Letternholz **1378**, (1444).
Lettre rouge 1379.
— rubanné 1379.
Leucadendron 1219.
— argenteum 850.
Leucin 1802.
Leucocnide alba 457.
— candidissima 457.
Leucodendron argenteum 885.
— concinnum 145.
Leucodrin 145.
Leuconotis anceps 1754.
— eugenifolia 1754.
gigantea var. ovalis 1755.
— Griffithii 1755.
— subavenis var. latifolia 1755.
Leucosin 193, 194, 195.
Leucospermum conocarpum 850, 885.
Leucosyke capitellata 458.
Leukoplasten 213, 1916.
Levant galls 950.
Levisticum officinale 1803.
Levuretine 1117.
Levurine 1117.
Levurinose 1117.
— -seife 1117.
Liane douce 1961.
Lianenkautschuk 1743, 2037.
Libanonzederholz **1292**.
Liberia-Kaffee 55.
Liberia-Mahagoni 1487, 1845.
Libidibi 854, 928.
Libidibia coriaria 928.
Libocedrus Bidwillii 1208.
— decurrens 669, 1208, 1303.
— Doniana 1208.
Libothamnus neriifolius 1062.
Libreville-Mahagoni 1486, 1845.
Libriform 1134.
Licaria hypolcuca 1228.
— guianensis 1225.
Lichen amylacens 1849.
Lichenase 1904.
Lichen Carragheen 1847.
Lichenin 1902, 2046.
Lichen islandicus 1846, 1902.
— rangiferinus 1904.
— -stearinsäure 1903.
Lichnußöl 751.
Licopolin 1822.
Licuala acutifida 1210, 1312.
Lieschkolben 435.
— -wolle 523.
Light-wood 1226.
Light yellow wood 1245.
Lignin 1175, 1196.
— Farbenreaktionen 1175.
— -gehalt der Hölzer 1179
— -säuren 1182.

Lignocerinsäure 732.
Lignum Aloës 1260.
— campechianum 291.
— haematoxyli 291.
— murinum 1228.
— Nyssae 1846.
— Rhodi 1273.
— rhois cotini 263.
— sanctum **1449**.
santalinum 347.
— santali rubrum 347.
— vitae 1238, 1264, 1277, **1449**.
— vitae (Ersatz) 1235.
Liguliflorae (Zucker) 2055.
Ligusterholz 1575.
Ligustrin 145.
Ligustrogenin 145.
Ligustron 145.
Ligustropikrin 145.
Ligustrum 244.
— robustum 862, 1271.
— vulgare 145, (1271), 1575.
Likari Kanali 89.
Lilac wood 1572.
Lilas des Indes 1241.
Liliaceae (Alkaloide) 35.
— (Bitterst.) 151, 167, 169, 173.
— (Farbst.) 225, 241, 269, 385.
(Fas.) 449.
— (Harze) 1029.
— (Öle) 752.
— (Stärke) 1957.
— (Zucker) 2056.
Liliiflorae (Enzyme) 205.
— Saponine (1818).
Lilioideae (Stärke) 1957.
Lilium bulbiferum 450.
Lima-China 55.
Limacia macrophylla 1821.
Limaholz 289.
Lima wood 1425.
Limetree 1252.
Limette, saure 2083.
— süße 2083.
Limettin 88.
Limettöl 88.
Limone 1805, 2082.
Limonelle 2083.
Limonen 79, 83, 85, 86, 87, 93, 94, 97, 102, 103.
Limonenagrume 2082.
Limonin 145.
Limosella aquatica 1825.
Linaceae (Bitterst.) 146.
— (Fas.) 463, 524.
— (Saponine) 1822.
— (Schleime) 1879.
— (Wachse) 2018.
Linaloeholz 89.
— -öl, Cayenne 89.
— -öl, mexikanisches 88.
Linalool 76, 80, 85, 87, 89, 90, 94, 99, 101, 102.
— -oxyd 89.
Linalylazetat 76, 81, 87, 90, 103.
Linalylis obutyrat 102.
Linamarin 1804, 1882.
Linaracrin 146.
Linaria cymbalaria 129.
- vulgaris 146, 2021.
Linarin 146.
Linarosmin 146.
Linase 204.
Linde 172, 465.
— amerikan. 797, 1252.
— großblättrige 1527.
— kleinblättrige 1527.
Lindenbast 594, 679.
Lindenbaumholz **1527**.
Lindenblätter 2057.
Lindenblüten (Schleime) 1882.
Lindenholz **1527**.
Lindensamenöl 797.
Lindera benzoin 746.
— pulcherrima 1226.
— sericea 1226.
Lindikopal 1067.
Lindo 463.
Lingue 1224.
Linin 146.
Lino della paludi 442.
Linociera-Bitterstoff 146.
Linociera macrocarpa 146.
Linodendron lagetta 474.
Linoleum 751.
Linolith 751.
Linoxyn 751.
Linseed 1879.
Linsenöl 775.
Linsenstärke 1959.
Linsen (Vitam.) 2006.
Lint 485.
Linters 487.
Linum 1804.
— angustifolium 463, 525.
— austriacum 525.
— bienne 525.
— catharticum 146.
— humile 524.
— Lewistii 463.
— marginale 463.
— perenne 528.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— trigynum 463.
- usitatissimum 204, 463, 524, 748, 1879, 2018.
— vulgare 525.
Liquata peltata 443.
Liquidambar altingianum 1086.
— formosanum 1226
— imberbe 1084.
— orientale 1084, 1226.
— styracifluum 1085, (1226), 1327, 1403.
— tricuspis 1086.
Lipasen 200.
Lipia 457.
Lipie 457.
Lipochrome 2021.
Lipovitamine 2000.
Lippia juncea (1456).
— microcephala 2021.
— scaberrima 2021.
Liriodendrin 146.
Liriodendron tulipifera 146, 609, 850, (1222), 1326, 1391, (1540).
Liriosma-Bitterstoff 146.
Liriosma ovata 146.
Lisan-el-hamal 1896.
Litchi 1249.
— chinensis 1249.
Lithospermum erythrorhizon 246.
— tinctorium 244.
Litmus 345.
Lito 1258.
Litschibaum 2050.
Litschi chinensis 2050.
Litsea citrata 39.
— chrysocoma 39.
— polyantha 1225.
— sebifera 746, 1225.
— Wightiana 1225.
— zeylanica 1225.
Litum 345.
Live oak 1214, 1215, 1362, 1364.
Livingstonia humilis 202.
Livistona australis 443.
— chinensis 443.
— inermis 1310, 1444.
— rotundifolia 443.
Lizari 230.
Llagrume macho 1266.
Loangokopal 1068.
Lobaria islandica 1902.
Lobelia inflata 56.
— longisepala 1762.
Lobelidin 56.
Lobeliin 56.
Lobels Ahorn 1248.
Loblolly-Fichte 1087.
Loblolly pine 1205, 1293, 1297.
Lockenblumiger Hornbaum 1213.
Locobo-Mahagoni 1485, 1487.
Locust 1447.
— bean 1866.

Locust wood 1231.
Lodgepole pine 1205, 1293.
Lodoicea callipyge 444.
— sechellarum 444.
Löffelkrautsamenöl 726.
Loganiaceae (Alkaloide) 48.
— (Bitterst.) 134.
— (Hölzer) 1272.
— (Öle) 752.
— (Zucker) 2054.
Logoshefe 1110.
Logwood 291, 1421, (1426).
Lohero 1275.
Lohschnittquebracho 893.
Lokandi 246.
Lokansäure 372.
Lokao 371.
Lokaonsäure 372.
Lokustbaum 1232.
Loliin 146.
Lolium multiflorum 2056.
— temulentum 207, 1882.
Lomandra longifolia 450.
Lomatia longifolia 230.
— ilicifolia 230.
— obliqua 850.
Lomatiol 230.
Lombiro 1761.
Lombricero 1443.
Lonchocarpus cyanescens 318.
— laxiflorus 1237.
— nitidus 1237.
— rufescens 152.
— violaceus 130.
Longan 1249.
— -baum 2050.
Longifolen 98.
Longleaf pine 1293, 1296.
Longleaved pine 1206.
Lonicera xylosteum 175, (1277), 1591.
Lontar oetan 443.
— -palme 443.
Lontarus domestica 443.
Lopez-Root 338.
Lopezwurzel 172, 338.
Lophira alata 763, (1255), 1532.
Lophopetalum toxicum 45.
Lophophorin 47, 48.
Lophora 47.
Lopinga 1270.
— -holz 1560.
Lopingo 1270.
Loranthaceae (Alkaloide) 36.
— (Kautschuk) 1715.
— (Saponine) 1823.
— (Schleime) 1860.
— (Zucker) 2047.
Loranthus europaeus 1860.
— uniflorus 1861.
— -Vogelleim **1860**.
Lorbeerbaumholz **1400**.
Lorbeereiche 1357.
Lorbeerholz, alexandrisches **1533**.
Lorbeer, kalifornischer 1224.
— -kirsche 1228.
— -öl 745, 2018.
— -talg 746.
Lorito 1228.
Loro negro 1273.
Lösliche Stärke 1942, **1944**.
Lotase 259.
Lo-tha-ho 1852.
Lotoflavin 259.
Lotos 36.
— -blume 458.
— -pflaume 2053.
Loturin 48, 55.
Loturinde 48, 55.
Lotus arabicus 258.
— corniculatus 196, 775.
Lotusin 259, 1804.
— -säure 259.
Lotus-Jujube 2050.
Lotus suaveolens 42.
Louisianamoos 651.
Love tree 1421.
Lovoa-Hölzer **1488**.
Lovoa Klaineana 1327, 1484, 1487, 1488.
— Swynnertonii 1484, 1487, 1488.
Löwenzahn 2055.
Lowland fir 1207.
Loxa China 54.
— -rinde 54.
Loxopterygin 46.
Loxopterygium 308.
— Lorentzii 46, 857, 1513.
Luban Meti 1040.
Lubanolbenzoat 1037.
Luc-binh 448.
Lucuma cainito 147, 1268, 1824.
— glycophloea 137, 1824.
— mammosa 1734.
— multiflora 1268.
Lucumin 147.
Luffa 480.
— acutangula 480, 727.
— aegyptiaca 727, 480.
— cylindrica 480.
— operculata 120.
— purgans 1897.
Luftholz 1419.
Lühea divaricata 1251.
— grandiflora 857, 1251.
— paniculata 857.
— speciosa 857.
Luhuriza 1896.
Luma 1263.
Lumbayao 1254.
— -holz **1532**.
Lumbayao-Mahagoni 1474.
Lumie 2083.
Lumpenpapier 679.
Lunacridin 44.
Lunacrin 44.
Lunasia amara 45.
— costulata 44, 45.
— -rinde 44.
Lunasin 44.
Luni 1227.
Lunin 45.
Lupanin 42.
Lupeol 2018.
— -azetat 2017.
Lupeose 2042.
Lupine, gelbe 1806, 2042.
Lupineneiweiß 195.
Lupinenkeimlinge 47.
Lupinenöle 775.
Lupinensamen 1805.
Lupinidin 42.
Lupinin 42.
Lupinus 1802.
— albus 775, 2018.
— -arten (Alkaloide) 42.
— angustifolius 196, 461, 775.
— hirsutus 144.
— luteus 144, 193, 196, 207, 461, 775, 1802, 2018, 2042.
— mutabilis 196.
— perennis 144, 196, 461.
— polyphyllos 461.
— varius 144.
Lupis 620.
Lupulin 137.
— -säure 137, 138, (1807).
Lupuliretin 138.
Lupulon 138, (1807).
Lutein 247.
Luteofilin 223.
Luteolin 248, 252, 259.
Lutum 259.
Luxusmahagoni 1494.
Luyur 1260.
Luzierrohr 2096.
Luzuriga radicans 451.
Lycaconitin 37.
Lychnis calcedonica 1820.
— dioica 1820.
— diurana 1820.
— flos cuculi 1820.
— githago 1820.
— vespertina 1820.
Lycoperdon gemmatum 371
Lycopersicum esculentum 217, 798, 1825, 2054.
Lycopin 147, 247.
Lycopodiaceae (Bitterst.) 147.
Lycopodin 34.
Lycopodium-Bitterstoff 147.
— chamaecyparissias 147.
— clavatum 752.

Lycopodium complanatum 34, 147.
— -öl 752.
— saururus 34.
Lycopus europaeus 147.
Lycorin 35.
Lycoris radiata 35.
Lygeum spathaceum 437.
— spartum 437, 638,
Lygodium circinnatum 434.
Lyonsia ternifolius 477.
— reticulata 477.
Lyperia atropurpurea 363.
— crocea 363.
Lysicarpus ternifolius 476.
Lysiloma latisiliqua 1229.
— sabicu 1229.
Lysin 195.
Lythraceae (Bitterst.) 152, 164.
— (Farbst.) 243.
— (Fas.) 475.
— (Hölzer) 1260, 1392, 1535.
— (Öle) 752.
Lythrum salicaria 164.

M

Ma-atte 1304.
Maba buxifolia 1269, 1458, 1565, 1568.
— geminata 1269.
— mualata 1269.
— nalala 1568.
— nitida 1568.
Mabea fistulifera 734.
— Piriri 1727.
Mabi 1250.
Mabolo 1565.
Mabosamenöl 780.
Macadamia 1220.
Macacugin 147.
Macajabutter 774.
Macambrará 1277.
Macaraibogelbholz 1374, **1613**.
Macaraibo-Pockholz **1454**.
Macaranga javanica 464.
— Reineckii 1727.
— Roxburghii 890.
— tanarius 464.
Macassar-Sandelholz 1385.
Macauba 446.
Macaw tree 446.
Macaxeira 1981.
Machaerium alemanii 1439.
— firmum 1236, 1439, 1539.
— -holz **1436**.
— incorrupibile 1438.
— legale 1236, 1438, 1439.
— Schomburgkii (1236), 1379.
— scleroxylon 1236.
— violaceum 1436, 1439.
— Whitfordii 1437.
Machie 1255.
Machilus glaucescens 1224.
— odoratissima 746, 1224.
— Thunbergii 746, 1224.
Macholder 1308.
Macisöl 761.
Mac kesi 781.
Macla 1274.
Maclayin 1824.
Maclura affinis 1217, 1375.
— aurantiaca 280, 1217, 1375.
— brasiliensis 1217.
— tinctoria 225, 278, (1217).
— xanthoxylon 1217, 1374.
Maclurin 224.
Macrocarpin 147.
Macrochloa tenacissima 437, 638.
Macrolobium vonapa 1074.
Macrotomia Benthami 246.
— perennis 246.
Macrotomix cephalotes 245.
Macrotys 125.
Macrozamia spiralis 435, 1954.
Madagascar rouge 1752.
Madagaskarebenholz 1442, 1558, 1560.
Madagaskarkopal 1067.
Madagaskar-Mahagoni 1485, 1487.
Madagaskarmanna 2064.
Madagascar noir 1756.
Madagaskar-Palisander **1439**
Madagaskarpflaume 1259.
Madagaskar rosewood 1439.
Ma dake 1209.
Madalöl 740.
Madar floss 520.
Madatia 990.
Mädchenkiefer 1206, **1299**.
Madder 230.
Mädelbaum 1294.
Madeiralorbeer 1224.
Madeiramahagoni 1474, 1485, 1487, **1491**, 1499.
Madeira mahogany 1224.
— wood 1474.
Madère 1971.
Madiaöl 744.
Madia sativa 744.
Madobia 1539.
Madras fibre 656.
— hemp 582.
— -myrobalanen 920.
Madrone tree 1267.
Maesa indica 1267.
— pirifolia 1825.
Maesopsis Eminii 1250.
Mafuratalg 755.
Mafureira oleifera 755.
— -samen 756.
Mafushi 681.
Magadam 1268.
Magic yeast 1119.
Magnolia 1221, 1222.
— acuminata 1221.
Magnoliaceae (äther. Öle) 73, 97.
— (Bitterst.) 129, 131, 146, 149, 168.
— (Gerbst.) 850.
— (Hölzer) 1221, 1391.
— (Öle) 752.
— (Saponine) 1821.
Magnolia grandiflora 1221.
— hypoleuca 1221.
Magnolie, immergrüne, großblütige 1221.
— spitzblättrige 1221.
— weißrückige 1221.
Magonia 928, 1824.
Maguey 611.
— blanco 611.
— de Tequila 611.
— -gummi 1013.
— Ixtle 611.
Maguy 448.
Magwende 989.
Magyi 1232.
Mahagon 1474.
Mahagoni 1243, (1421).
— afrikanisches 1240, 1241, **1473**, **1483**, 1496.
— australisches 1242, 1265, 1501, 1549.
— -baum, roter 1265, 1549.
— echtes (1481).
— -ersatz 1466, 1474.
— geflecktes 1241, 1493.
— gelbes 1607.
— -hölzer **1471**.
— indisches 1474, 1499.
— kapensisches 1240.
— -katechin 834.
— ostindisches 370, 1240, 1241, **1499**.
— philippinisches 1532.
— weißes 1475, **1482**, 1502.
Mahahlegabyu 1233.
Maha Pengiri 102.
Mahavoa-havana 1757.
Mahlwa 1275.
Mahogany 1240, 1243.
Mahonia aquifolium 337, 850.
— repens 337.
Mahot 1593.
— Chardon 1251.
— piment 474.
Mahrabutter 758.
Mahua fine red dye 862.
Mahuá tree 1267.
— tree of South India 1267.
Mahulabutter 753.

Mahwa 1269.
— -baumöl 758.
— -blüten 2053.
— -butter 753.
Maida 1225.
Maiden hair tree 1279.
Maina 916.
— -harz 1058.
— -kat 1260.
— -valonen 913.
Mais 193, 195, 441, 2056.
— -lieschen 663.
— -öl 753.
— -papiere 663.
— -stärke 1923, (1955), **1966**.
— -stärke, Analyse 1962.
— -stärke, opt. Dreh. 1931.
— -strohfaser 663.
— (Vitam.) 2002, 2006, 2007.
Maizena 1966.
Majagna 1252.
Majagua 467, 1593.
— clavellina 471.
Majoranöl 89.
Majunga 1756.
— noir 1755.
— rouge 1753.
Makabalo 1260.
Makabo 1971.
Makai 1258.
Makaraiba lignum vitae 1238.
Makassar-Ebenholz 1558, **1564**.
Makassaröl 785.
Makasupalme 774.
Maki 1203.
Makiholz 1280.
Makkam 1271.
Maklurin 225, 278.
Makrotin 125.
Makua-Mahagoni 1485, 1487.
Malabapaya 1266.
Malabargras 87.
Malabarischer Lackbaum 855.
Malabar-Kardamome 83.
Malabarkino 855, 888, 890.
Malabarspinat 1820.
Malabulak 1593.
Malacadios 1225.
Malacantha robusta 1269.
Malachra capitata 470.
— ovata 470.
— radiata 470.
Malaiische Ebenhölzer **1566**.
Mala insana 953.
Malaisia tortuosa 458.
Malakkarohre 1312.
Malamborinde 129.
Malanga 1957.
Malapano 1257.
Malaresa 1248.
Malasapsap 1266.
Mala sodomitica 953.
Malaxis monophyllos 1921.
Malayba apetala 1249.
Male bamboo 1209.
Maledivische Nuß 444.
Malettogerbstoff 841.
Malettorinde (Gerbstoffgehalt) 841.
Mallet 882.
— -baumkino 889.
— -Gum 882.
Malleto 882.
— -rinde 882.
— -tannin 882.
Malletrinde (Gerbstoffgehalt) 819.
Mallotoxin 141, 359.
Mallotus Blumeanus 464.
— cochinchinensis 464.
— philippinensis 140, 358, 756.
Mallow leaves 1890.
Maloo 589.
Malope grandiflora 471.
— trifida 471.
Malpighiaceae (Fas.) 463.
— (Gerbst.) 855, 886, 887.
— (Hölzer) 1243.
Malpighia faginea 887, 931.
— glabra 855.
— punicaefolia 855, 886.
— spicata 855.
Maltase 203, 1115.
Maltin 202.
Maltobiomsäure 2038.
Maltodextrin 1949.
Maltose 1951, 2038.
Maltyl 202, 2008.
Maluggy 1249.
Malukangbutter 776.
Malunira 337.
Malus communis 1406.
— dasyphylla 1406.
— silvestris 1406.
Malva arborea 253, 467.
— blanca 472.
Malvaceae (Farbst.) 269, 284.
— (Fas.) 467, 481, 578, 584, 591.
— (Fette) 717, 754.
— (Hölzer) 1252, 1392, 1540.
— (Kork) 1798.
— (Schleime) 1884, 1888, 1890.
— (Wachse) 2019.
Malva crispa 469.
— limensis 470.
— mauritiana 470.
— moschata 1891.
— neglecta 1889.
— peruviana 470.
— silvestris 254, 1890.
Malvaviscus arboreus 470.
— populneus 470.
Malva vulgaris 1889.
Malve 469.
Malvenblätter **1889**.
Malvenblüten 253, 1888, 1891, **1889**.
Malve, schwarze 253.
Malvidinchlorid 254.
Malvinchlorid 254.
Malzfermente 1951.
Malz (Vitam.) 2006.
Malzzucker 2038.
Mamakao 1245.
Mamalawa 1727.
Mamarronfett 773.
Mamboi 1233.
Mamegaki 1270.
Mamirabitter 337.
Mammea americana 1058, 1257, 2051.
Mammee tree 1257.
Mammibaum 2051.
Mammutbaum 1207, 1302.
Mammy apple 1257.
Mamo Rana 720.
Mampa 1736.
Manaca 446.
Managras 102.
Manao 1203.
Manapo 1232.
Manava 862.
Mancono 1453.
Mancouo 1264.
Mandala 988.
Mandari 1233.
Mandarine 2084.
Mandelbaum 1262.
— -holz 1408.
— indischer 723, 1544.
Mandelbenzoe 1036.
Mandelkuchen 755.
Mandeln, bittere 77, 204.
Mandelöl 754.
— (Vitam.) 2007.
Mandel (Vitam.) 2007.
— -weide 875, 1212.
Mandioca 1981.
Mandiroba 727.
Mandja 439.
Mandje 1217.
Mandrianambo 1752.
Mandschurische Walnuß 1330.
Manga 1261.
Mangabeira-Kautschuk 1747.
Manga branca 860.
Mangachapuy 1258.
— -Mahagoni 1474.
Mangara 452.
Manga robeira 1261, 1542.
— sinoro 1258.
Mangifera gabonensis 792.
— indica 305, 856, 886, 992, 1244, 1960, 2050.

Mangifera pinnata 992.
— zeylanica 1244.
Mangkassar-Ebenholz 1558, **1564**.
Mang-Koudou 239.
Mangle 860.
— blanco 1263.
— -blätter 886.
— botón 1263.
— colorado 1263.
— prieto 862.
— Zaragossa 861.
Mango 860.
— -baum 305, 856, 1244, 1960, 2050.
— -baumholz, wildes **1465**.
— -baumrinde 886.
— -blätter 860.
— (Vitam.) 2007.
Mangold 2047, 2105.
Mangopflaume 1244, 2050.
Mangostana M. 384.
Mangostanbaum 2051.
Mangostin 147, 306.
— -baum 2051.
Mangoustan sauvage 1242.
Mangrove 1262.
— amerikanische 1261.
— bark 859.
— -cutch 880.
— -gerbsäure 880.
— -holz **1542**.
— -rinde 880.
— -rinde (Gerbstoffgehalt) 819, 840.
— -rot 841.
Mangrovin 118.
Mangsteen 1257.
Mangu 1250.
Mangueblätter 860.
Mani 1058.
Maniba 1981.
Manicaria saccifera 445, 774.
Maniçoba Ceará 1727.
— de Jequié 1727.
— de Piauhys 1731.
— de Sao Franciscos 1731.
Manicobanuß 734.
Man idalei 1271.
Maniglia 1249.
Manihot aipi 1983.
— -Bitterstoff 148.
— carthaginensis 1960.
— dichotoma 1727.
— dulcis (1960), 1981.
— Glaziovii 148, 734, 1727.
— heptaphylla 1731.
— janipha 1960.
— -öl 734.
— piauhyensis 1731.
— preciosa 1731.
— -stärke **1981**.
Manihot utilissima 734, (1960), 1981.
— violacea 1731.
Manil 1058.
Manila-Ebenholz 1270, 1562, 1566.
Manila-Elemi 132, 1041, 1045.
— (Löslichkeit) 1099.
Manilahanf **617**.
Manilakopal 1071.
— (Löslichkeit) 1100.
Manila maguey 611.
— -öl 101.
— -padouk 1236, **1435**.
Maniokstärke (1960), **1981**.
Maniva 1981.
Manjeet 236.
Mankettinußöl 735.
Mankopalinsäure 1072.
Mankopalsäure 1072.
Mankuettinußöl 735.
Manna **2060**.
— australisches 2064.
— biblisches 2062, 2065.
— cannellata 2063.
— der Capverdischen Inseln 2064.
— -esche 1571, 2036, (2054), 2063.
— -flechte 1905, 2062, 2064.
Mannah-Wattle-Rinde 859.
Manna in lacrimis 2064.
— kalifornisches 2061, 2064.
— pura 2063.
— -tamariske 2051, 2062.
— von Briançon 2062.
Manneotetrose 2042.
Manninotriose 2042.
Manniophyton africanum 464.
— fulvum 464.
Mannit 2036.
Mann-Letternholz 1378.
Mannose 2034.
Manoa papos 1223.
Manquittarinde 886.
Manschinellenbaum 1244.
Manuka 1266.
Manyul 1276.
Manzanille de playa 1244.
Manzanita 1267.
Manzano del campo 1221.
Mao 567.
Maota 1957.
Maoutia puya 457.
Mapania Heineana 442.
Mapéstärke 1959.
Maple 1247, 1248, 2101.
— wood 1519.
Mapore 1310.
Maracaibobalsam 1062, 1063, 1064.
Maracaiborinde 55.
Maracas 1978.
Maradu 1262.
Marakata 1274.
Maranta allouya 1958.
— arouma 1958.
— arundiaca (1958).
— arundinacea 1976.
Marantaceae (Fas.) 453.
— (Stärke) 1958.
Maranta indica (1958).
— nobilis (1958).
— -stärke 1923, **1976**.
— tonchat 1958.
Maranti 1258.
Marapiao 1238.
Marasmius oveades 1805.
Marattifett 736.
Marawayana 1419.
Marble cork 1798.
— wood 1271, 1568.
Margosaöl 756.
Margosa tree 1242.
Margosier 1242.
Margosin 118.
Mari 445, 1210.
Maricao 1243.
Marienbalsam 1086.
Marille 988.
Marinefaser 647.
Marineöl 783.
Maripafett 773.
Mark 1247, 1521.
Marka 1244.
Mark der Hölzer 1154.
— -flecke 1155.
— -strahlen 1143, 1154.
Markubs 353.
Marloid 107.
Marmite 2008.
Marmites de Singe 1261.
Marokkorot 353.
Maronpflaume 1259.
Marouba 1462.
Marottyöl 736.
Mar-pinang 1566.
Marram grass 438.
Marronlack 378.
Marrons rôtis 1002.
Marrubiin 148.
— -säure 148.
Marrubium vulgare 148.
Marsdenia 520.
— cundurango 478, 520.
— Leichhardtiana 520.
— parviflora 316, 319.
— Roylei 478.
— sp. 478, 520, 585.
— tenacissima 318, 478.
— tinctoria 316.
— verrucosa 1761.
Marsh grass 440.
Marshmallow leaves 1886.

Marsippospermum grandiflorum 448.
Martenholz 289.
Martinique iron wood 1454.
Martiusa parvifolia 1419.
Martyniaceae (Fas.) 480.
Martynia louisiana 480.
— proboscidea 480.
Marua 437, 1003.
Maruba 1239.
Marumia muscosa 476.
Mascagnia brevifolia 463.
Mascarenhasia anceps 175
— angustifolia 1755.
— arborea 1755.
— arborescens 1755.
— coriacea 1755.
— elastica 1755.
— Geayi 1755.
— kidroa 1755.
— lanceolata 1755.
— lisianthiflora 1755.
— longifolia 1756.
— mangorensis 1756.
— spec. 1756.
— utilis 1756.
Masculino 900.
Maserung des Holzes 1159.
Mashishi 681.
Masopin 148.
Massaranduba 1268.
Massellerholz **1520**.
Maßholderholz **1520**.
Mastiches 906.
Mastikolsäure 1076.
Mastikonsäure 1076.
Mastisol 1077.
Mastix 148, **1074**, 1100.
Mastixia tetrandra 1267.
Mastixin 1076.
Mastixpistazie 283, 856, 906.
Mastixstrauch 1245.
Mastizinsäure 1076.
Mastocarpus mammilosus 1846.
Mast tree 1222.
Masuka 1400.
Matai 1203.
— -holz **1281**.
Matari 43.
Maté 46.
Materna 195, 2008.
Matezit 2037.
Maticin 148.
Matipotarata 1226.
Matricaria chamomilla 141.
Matrin 43.
Matrush 441.
Matsan 861.
Mattenfichte 1290.
Matzega 460.
Matzuhada 1290.
Ma-u 1276.
Maulbeerbastpapier 681.
Maulbeerbaumholz **1373**.
Maulbeerbaum, indischer 1217.
— roter 454, 1217.
— schwarzer 454.
— weißer 454.
Maulbeere 2047.
Maulbeerfeige 2072.
Maulbeersamenöl 799.
Maul oak 1362.
Maurier sauvage 1217.
Mauritia aculeata 444.
- flexuosa 444, 1210, 1956.
— setigera 444, 1210.
— vinifera 444, 774, 1210.
Mauritiusebenholz 1269, **1561**.
— rotes 1561.
— schwarzes 1561.
Mauritiushanf **625**.
Mauritiuspalme 444.
Maurocenia capensis 1247.
— frangularia 1247.
Mavokeli 1761.
Maximilianea angolensis 473.
— -fett 736.
— Gillivraei 473.
— regia 446, 736, 1720.
Maxwellia lepidota 1253.
Maya-Codices 603, 680.
May cherry 1227.
Mayé 468.
Mayndie 243.
Mayumi 1246, 1247.
Mbafoughelé 1259.
Mbang 1376.
Mbasa 1221.
Mbawe 1393.
Mbiapinholz 1614.
Mbimo 1269.
Mbolo-Mahagoni 1485, 1487.
Mbóndoholz 1615.
Mbóndopóndo 1615.
Mbossé-Mahagoni 1485, 1487.
Mbula 1228.
Mbussenge 1219.
Mecca 1330.
Medad 1204.
Medar 586.
Medemia argun 443.
— nobilis 1956.
Medeola virginiaca 1818.
Medicago falcata 196.
— lupulina 196, 207.
— niculatus 775.
— sativa 196, 1807, 1822, 2018.
Medusomyces 1109.
Meerbohne 1821.
Meerbohnenöl 747.
Meeresalgen als Nahrungsmittel 1855.
Meerjute 647.
Meerkohlsamenöl 726.
Meerzwiebel 168.
Meesta pat 582.
Megacaryon orientale 246.
Megarrhin 148, 1827.
Megarrhiza californica 148, 1827.
Megarrhizitin 148.
Mehlbanane 1975, 2078.
Mehlbeerbaum 1227.
Mehlbeere, nordische 1227.
— schwedische 1227.
Mehudi 243.
Mekkabalsam **1077**, 1804.
— (Löslichkeit) 1100.
Mekocyaninchlorid 253.
Mekonidin 39.
Mekonin 39.
Mekonsäure 39, 1808.
Melaleuca armillaris 475.
— leucadendron 81, 475, 1266, 1798.
— minor 81.
— viridiflora 1266.
Melampsora lini 527.
Melampyrit 2036.
Melampyrum arvense 317.
— cristatum 317.
— nemorosum 2036.
Melanorrhoea 1539.
— usitata 1032, 1061, 1245, 1453.
Melanosinapis communis 787.
Melanoxylon braúna 1234.
Melanthin 152, 777, 1821.
— -säure 1821.
Melanthioideae (Stärke) 1957.
Melastomataceae (Fas.) 476.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1266.
Mélèze d'Europe 1290.
Melia azadirachta 118, 463, 756.
— azedarach 756, 991, 1241.
Meliaceae (Alkaloide) 45, 46.
— (Bitterst.) 116, 118, 120, 122, 125, 137, 144, 149, 165, 169.
— (Fas.) 463.
— (Farbst.) 370.
— (Fette) 755.
— (Gerbst.) 834, 855, 886, 888.
— (Gummi) 991.
— (Hölzer) 1240, 1327, 1385, 1386, 1392, 1466, 1470, 1471, 1473, 1474, 1475, 1477, 1479, 1483, 1484, 1486, 1488, 1489, 1490, 1491, 1492, 1493, 1494, 1495, 1496, 1499, 1500, 1501, 1540.
— (Wachse) 2019.

Meliaceae (Zucker) 2049.
Melia champaca 756.
— composita 1242, 1499.
— dubia 1242.
— grandiflora 855.
— indica 750.
— sempervirens 756.
Melibiase 203, 1115.
Melibiose 2040.
Melicitose 2040, 2041.
Melicocca bijuga 857, 1248.
Melilote blanc 461.
Melilotus 1806.
— albus 461, 775.
— altissimus 461.
— arboreus 461.
— leucanthus 461.
— officinalis 461, 775, 1806.
— vulgaris 461.
Meliodeae (Gummi) 991.
Meliosma Wallichii 1250.
Meliphlea umbellata 469.
Melissinsäuremelissylester 2021.
Melissinsäuremyricylester 2016.
Melissylpalmitat 2020.
Melitose 2041.
Melitriose 2041.
Melocanna bambusoides 440, 1210.
Melochia arborea 473.
— corchorifolia 473.
— indica 473.
— velutina 473.
Melodinus curvinervius 1756.
— monogynus 477.
— orientalis 477, 1756.
— ovalis 1756.
— pulchrinervius 1756.
— rhytidiphyllus 1756.
Melone 2054.
Melonenbaum 47.
Melonenemetin 148.
Melonensamenöl 727.
Melo sativus 148.
Membranschleime 1832, 1833, **1858**.
Memecylon edule 1266.
Menado hemp 619.
Meniöl 763.
Menispermaceae (Alkaloide) 38.
— (Bitterst.) 126, 127, 134, 158.
— (Farbst.) 337.
— (Fas.) 459.
— (Kautsch.) 1716.
— (Saponine) 1821.
Menispermin 38.
Menispermum palmatum 38, 337.
— cocculus 38, 126, 158.
— fenestratum 1821.
Mentha aquatica 92.
— arvensis 92.
— canadensis 92.
— longifolia 85.
— piperita 92.
— spicata 85.
— verticillata 85.
— viridis 92.
Menthenol 89.
Menthenon 83, 93.
Menthol 80, 93.
Menthon 80, 93.
Menthylazetat 93.
Menthylisovalerianat 93.
Menyanthes trifoliata 140.
Menyanthin (133), 149.
Menyanthol 149.
Mequilia tomentosa 780.
Mercerisation 1165.
Mercurialis annua 1822.
— perennis 125, 317.
Mercurol 1117.
Merremia mammosa 479.
Mertens Hemlock 1207.
Mescal 602.
— Buttons 47.
Mescalin 47.
Mesembren 2013.
Mesembrianthemum 36.
— crystallinum 1808.
— expansum 2013.
— tortuosum 2013.
Mesembrin 36.
Mesembrol 2013.
Mesoyohimbin 55.
Mespilodaphne opifera 1224.
— organensis 1224.
— sassafras 1224.
Mespilus (Gerbst.) 852.
— germanica 1227, 2048.
Mesquitbaum 1231.
Mesquitegummi **1010**.
Mess-apple 859.
Mestom 392.
Mesua ferrea 149, 473, 740, 1257.
— speciosa 473, 1257.
— -Bitterstoffe 149.
Metabolin 1117.
Metakopaivasäure 1064.
Metamaltose 1949.
Metarabinsäure 980.
Metallagsäure 310.
Meteloidin 51, 52.
Meteor 654.
Methoxyphenylazeton 75.
Methoxyvitexin 261.
Methylalkohol 90.
Methylamylcarbinol 90.
Methylamylketon 90.
Methylarabinose 2033.
Methyläthylessigsäure 74.
Methylazetylessigsäure 1803.
Methylchavicol 75, 76, 97, 99.
Methylcolchicin 35.
Methylconiin 48.
Methyldamascenin 37.
Methyleugenol 76, 102.
Methylfurfurol 90.
Methylheptenol 89.
Methylheptenon 87, 89, 91, 102, 103.
Methylheptylketon 90.
Methylinosit 2037.
Methylketon 102.
Methyl-Lyxose 2033.
Methylorthocumaraldehyd 84.
Methylpelletierin 48.
Methylpentosan 1174.
Methylpentosen 2033.
Methylphlorogluzin 341.
Methylrottlerin 359.
Methylsalizylat 100.
Methylsaponin 1820.
Methylzahl 1179.
Metilino 916.
Metilinovalonen 913.
Metlein 1215.
Metrosideros lucida 1264.
— polymorpha 1264.
— robusta 1264.
— scandens 1264, 1454.
— tomentosa 1264.
— vera 1264.
Metroxylon elatum 1210, 1968.
— fariniferum (1955), 1968.
— filare 444.
— inerme (1955), 1968.
— laeve 444, (1955), 1969.
— longispinum 1968.
— micracanthum 1968.
— Rumphii 444, (1955), 1968.
— sagus 1968.
— sylvestre 1968.
Mexican fiber 634.
— lignum vitae 1454.
— Whish 439.
Mexikanisches Drachenblut 385.
Mexikanische Wachspalme 1210.
Mexiko-Ebenholz 1562, **1566**.
— Mahagoni 1474, 1477.
— Pockholz 1453.
— Zeder 1469.
Mézali 1233.
Mezcal 2057.
Mezoneurum Scortechinii 990, 1005.
— sumatranum 1822.
Mezquitegummi 1010.
Mfo 1222.
Mfunuguru 1249.
Mgenda 1230.

Mgoa 1755.
Mgunga 1230.
Miala 443.
Mia Palme 1310.
Mibella 1274.
Mibogga 239.
Micania guaco 137.
Michelia-Bitterstoff 149.
Michelia champaca 756, 1222.
— excelsa 1222.
— -fett 756.
— nilagirica 149, 850, 1222.
Micocoulier des Antilles 849.
Micranda minor 1732.
— siphonoides 1732.
Micranthin 39.
Microchites Bailloni 1756.
— napeensis 1756.
Microaegilops 912.
Mikroorganismen (Labenzyme) 208.
Milchbaum 2018.
Milch, erhärtete 2061.
Milchsaftbehälter 1652.
Milchsaft der Hölzer 1197.
— (Kautschuk) 1652.
Milchsäure 1808.
Milchzuckerhefe 1110.
Milicia africana 1376.
Milium effusum 1806.
Miliusa velutina 1222.
Millers Tannin 865.
Millettia atropurpurea 1822.
Laurentii 1235.
megasperma 889.
pendula 1235.
— spec. 1235.
spec. africana 1418.
versicolor 1235.
Millingtonia hortensis 862, 1275.
Milola 467.
Mimifushi 961.
Mimosa arabica 853, 923, 988, 1078.
— catechu 988.
Mimosaceae (Harze) 1078.
— (Öle) 756.
Mimosa dulcis 747, 854.
inga 854.
pudica 854.
-rinden 877.
— -rindengerbstoff 840.
— -rinden (Gerbstoffgehalt) 819, 840.
— saponaria 854.
scandens 747, 1821.
— senegal 989.
sensitiva 854.
— sweet-scented 1229.
Mimosoideae (Gerbst.) 852.
— (Gummi) 988, 1010.
Mimosoideae (Hölzer) 1228.
Mimusops balata 1268, 1318, 1734.
-Bitterstoff 149.
coriacea 149.
— cuneata 1269.
djave (1269), 1553, 1824.
elata 1268.
elengi 862, 1268, 1736, 1824.
fruticosa 1269.
globosa 1318, 1736.
Henriquesii 1736.
hexandra 862.
Hoockeri 1824.
imbricaria 1269.
kauki 1268, 1824.
Kerstingii 1269.
Kümmel 1736.
lacera 1269, 1418.
littoralis 1269.
multinervis 1269, 1483, 1484, 1487.
Schimperi 1736.
Schweinfurthii 1736.
spec. 1269, 1736.
sulcata 1268.
Mina 443.
Minatillan-Mahagoni 1479.
Mindla 1276.
Mineralhefe (Analyse) 1113.
Minjak-hangkawang 728.
Minjaktalg 787.
Minterano-Ebenholz 1561.
Minyadotana 1760.
Minyaksuria 787.
Miquitgummi 1010.
Mirim 1234.
Miriti 1956.
Mirobalanenbaum 1243.
Mirobaum 1203.
Mischophloeus vestiaria 446.
Mishmeebitter 337.
Mispel 2048.
-baum, gemeiner 1227
— -boom 1268.
Misquitgummi 1010.
Mistel 36, 2047.
— japanische 1821.
— -schleim **1861**.
— weiße 1861.
Mistletoe 1861.
Misuktjinasi 374.
Mitchamöl 92.
Mitchella repens 1825.
Mitragyne africana 1276.
— diversifolia 55.
— inermis 1276.
— macrophylla 1276.
— parvifolia 1276.
Mitragyrin 55.
Mitraversin 55.
Mitrephora Edwardsii 1223.
— macrantha 459.
Mitsumata 671, 681.
Mizunara 1216.
Mkala 1262.
Mkambala 1230.
Mkame 1231.
Mkandala 1261.
Mkande 1275.
Mkangi 1257.
Mkanifett 739.
Mkerembeke 1246.
Mkomavibaum 149.
Mkomavin 149.
Mkongolo 1263.
Mkonko 1262.
Mkunazi 1250.
Mkungu 1262, 1544.
Mkunguna 1245.
Mkuru 1217.
Mkurungu 1237.
Mkweoholz **1396**.
Moaholz **1459**, 1583.
Mocayafett 774.
Mocker nut 1334.
Mock orange 1226.
Mogadorgummi 1006.
Mogameba 1221.
Moghania congesta 360.
— rhodocarpa 360.
Mogongoongo 1268.
Mohnköpfe 40.
Mohnkuchen 193.
Mohnöl 757.
Möhre 2052.
Mohrenhirse 352, 439.
Mohrenhirsenöl 738.
Mohrenhirsestärke 1955.
Mohrenpfeffer 1223.
Mohrrübe 247.
Mohuaöl 785.
Mojaholz **1593**.
Moka 1271.
Mokkoku 1256.
Molamma 1055.
Molaveholz 1274.
Moldenhauera floribunda 1234.
Moleinole 1228.
Molinia coerulea 440.
Molito 902.
Molléharz 1041.
Mollia speciosa 857.
Molukkenkörner 733.
Momangi 1376.
Mombinpflaume, gelbe 464.
Momi 1207, 1288.
Momordica charantina 149.
— cochinchinensis 728.
— elaterium 131.
Momordicin 131, 149.
Monascus purpureus 202, 1110.
Mönch 354.

Mondamin 1967.
Mondbohne 204.
Monesiaextrakt 885.
Monesiarinde 861, 885, 1807.
Monesin 885, 1824.
Monghyr piuri 304.
Mongo 2008.
Mongrove 1261.
Mongue sapateiro 1261.
Monilia candida 1110.
Monimiaceae (Alkaloide) 39.
— (Bitterst.) 126.
— (Farbst.) 225.
— (Gerbst.) 851.
— (Hölzer) 1223.
Monkey guava 1269, 1560.
— pot 1261.
— puzzle 1204.
Monnina polystachya 1823.
Monninin 1823.
Monoceras robustum 1822.
Monodora brevipes 459.
— myristica 715, 1223.
Monosaccharasen 203.
Monosen 2032.
Monospora 1109.
Monotropa hypopitys 317, 1922.
Montagnaea-Bitterstoff 150.
Montagnaea floribunda 150.
— tomentosa 150.
Montol 1261.
Montrichardia arborescens 447.
— linifera 447.
Montrouziera sphaeraeflora 1257.
Mooreiche 1352.
Moorgum 1250.
Moosbeere 1805.
Moos, isländisches 1902.
— japanisches **1851**.
Moquinia polymorpha 1277.
Mora 1232, 1374.
— amarilla 1374.
Moraceae (Alkaloide) 36.
— (Bitterst.) 137, 170.
— (Farbst.) 225, 278, 280, 281.
— (Fas.) 454.
— (Gerbst.) 849.
— (Hölzer) 1217, 1373, 1374, 1375, 1376, 1378, 1379, 1443, 1499, 1583.
— (Kautsch.) 1705.
— (Kork) 1797.
— (Labenzyme) 207.
— (Saponine) 1819.
— (Stärke) 1959.
— (Wachse) 2016, 2018, 2019.
— (Zucker) 2047, 2071.
Moradein 150.
Moradin 150.
Mora, echte 1375.
— excelsa 1375.
Moreagallen 955.
Moreavalonen 913.
Moriche 1210.
Mori cypra 1243.
Morin 224, 252, 278, 281.
Morindaceae (Wachse) 2019.
Morinda citrifolia 237.
— longiflora 239.
— macrophylla 238.
— royok 238.
— tinctoria 237, 238.
— umbellata 239, 2019.
— -wurzel 237, 238.
Morindin 238.
Morindon 238, 239.
Morindonal 239.
Moringa aptera 758.
— arabica 758.
— oleifera 1804.
Moringaceae (Gummi) 988.
— (Öle) 758.
Moringa oleifera 758.
— pterygosperma 758, 988, 1017.
Moringerbsäure 225, 278.
Moritipalme 774.
Morocco ironwood 1226, 1268.
Moronobea coccifera 1058.
— coccinea 1257.
Morphin 36, 39, 40.
— -gruppe 39.
— (Nachweis) 30.
Morrahbutter 758.
Morrenia brachystephana 50.
Morrenin 50.
Moru 1215.
Morung-sal 1258.
Morus alba 454, 799, (1217), 1373, 1804.
— aurantiaca 280.
— -faser 680.
— indica 455, 1217.
— nigra 207, 454, 1805, 2047.
— rubra 454, 1217.
— serrata 1217.
— tinctoria 225, 278.
Mosambik-Kopal 1067.
Moschatin 56, 150.
Mosla japonica 74.
Moslen 74.
Mossulische Gallen 951.
Mossy oak 1356.
Mota karmal 1255.
Moulmain 1581.
— cedar 370, 1240, 1499.
Mountain ash 1250.
— black oak 1358.
— cedar 1209.
— gum 1265.
— juniper 1209.
— magnolia 1221.
— mahogany 1212, 1227, 1474.
Mountain maple 1520.
— oak 1211, 1215, 1232.
— white oak 1363.
— Zebrawood 1263.
Mouondue-Mahagoni 1487.
Mourailler 855.
Mouriria 1266.
Mousse de Ceylan 1849.
— de Corse 1857.
— d'Irlande 1846.
— de Jaffna 1849.
— perlée 1846.
Mova 1212.
Mowa tree 1267.
Mowbulan whitewood 1206.
Mowrablüten 2053.
Mowrahbutter 758.
Mowramehl 1824.
Mowrin 1824.
Mozambique blanc 1751.
— rouge 1751.
Mpingi 763.
Mpopo 1210.
M'poussan 1223.
Msala 1277.
Msé 1203.
Mshihui 1264.
Msiagembe 1271.
Msolo 1268.
Msoso 1712.
Mssumbiye 1263.
Msukuliobaumöl 756.
Msulu 1387.
Msutue 1249.
Mtakula 1255.
Mtini 1219.
Mtoa mada 1224.
Mtshigizi 1242.
Mtunda 1268.
Mtuzi 1230.
Mua 1249.
Muaka 1223.
Muanamal 1268.
Muandara-Mahagoni 1485, 1488.
Muandwe 1232.
Muangati 1209.
Muavarinde 41.
Muavi 1232.
Muavin 41.
Muavirinde 41.
Mucaça-mumbi 1241.
Mucedin 194.
Mucilage 718.
Mucilago cydoniae 1865.
Mucin 193.
Mucine 191.
Mucor 1110.
— alternans 202.
— hiemalis 535.
— plumbeus 535.
— Prainii 1110.

Mucor Rouxii 202, 1808.
Mucuja 446.
Mucuna urens 463.
Mudar 586.
Mudargummi 1760.
Mudarin 150.
Mudar-Kati 441.
Muembe 1244.
Muenge 350, 1237, 1431.
— -holz **1430**.
Mugila 1247.
Muira Puama 146.
Mukonjaholz **1543**.
Mukonja rot 1544.
— weiß 1543.
Mukuge 467.
Mukwe 1233.
Mula 1228.
Mulberry 1373.
Mulga 1230.
Mull 235.
Mulughudu 239.
Mumuye 993, 1003.
Munamal 1268.
Munangára 1263.
Münchner Lack 378, 381.
Mundi-mundi 1276.
Mundulea suberosa 130.
Mungurra 1265.
Munja 437.
Munjeet 236.
Munj fiber 437.
Munjistin 236, 237.
Muntingia calabura 1251.
Muondo-Mahagoni 1485, 1487.
Muondue-Mahagoni 1485.
Mura piranga 1257.
Muravadal 477.
Murgafett 740.
Murier blanc 1373.
— des teinturiers 278.
Murilipalme 444.
Muritifett 774.
Muritipalme 2056.
Murraya exotica 1238
— Koenigii 1239.
— paniculata 1238, 1458.
Murrays Föhre 1205.
Murr-rung 1250.
Murumurupalme 446.
Musa acuminata 1975.
— basjoo 452, 619, 1804.
— Cavendishii 452, 618, 1975, 2078.
Musaceae (Fas.) 452.
— (Hölzer) 1211.
— (Kautsch.) 1705.
— (Stärke) 1958.
— (Wachse) 2020.
— (Zucker) 2078.
Musa ensete 452, 618.
— -fasern **617**.
Musa Fehi 1975.
— guianensis 452.
— Holstii 452, 619.
— mindanensis 452, 617.
Musanga Smithii 1219, 1379, 1797.
Musa paradisiaca 452, 618, 662, (1958), 1975, 2078.
— paradisiaca var. sapientum 1975, 2078.
— proboscidea 452.
Musarina 1975.
Musa sapientum 452, 618.
— Schweinfurthii 452.
— silvestris 617.
— sp. 1705.
— textilis 452, 617, 662.
— tikap 452.
— ulugurensis 452, 619.
Muscari comosum 1819.
— moschatum 1819.
Muscarin 34.
Muscari racemosum 1819.
Muschel-Djati 1582.
Musci (Saponine) 1818.
Musisi 1250.
Muskatblütenöl 761.
Muskatbutter 759.
— amerikan. 759.
Muskateller-Traube 2067.
— Salbeiöl 95.
Muskatnußbaum 1821.
— -holz, wildes 1396.
Muskatnußbutter 759.
Muskatnuß-Hickory 1335.
Muskatöl, kaliforn. 759.
Musk tree 1267.
— wood 1277.
Mussaenda frondosa 1825.
Mussangue-Mahagoni 1485.
Muteke 1751, 1753.
Mutié 1218.
Mut-pitch-tzo 728.
Mutterharz 1050.
Mutterkorn 33.
— -öl 776.
Mu-yu 741.
Mvindya 1316.
Mwandama 1247.
Mwuleholz 1376.
Mya 443.
Myal 1413.
Myall 1005, 1229.
Myaukseik 1219.
Mycoderma 1109, 1119.
Mycodermaceae (Hefen) 1108.
Mycodermin 1117.
Myinkaben 1232.
Myinva 1209.
Mykose 2039.
Myoporaceae (Hölzer) 1386.
— (Zucker) 2054.
Myoporum platycarpum (2054), 2064.
— sandwicense 1385.
— tenifolium 1386.
Myrcen 76, 89.
Myrceugenia apiculata 1263.
Myrciaria-Bitterstoffe 151.
Myrciaria cauliflora 151.
— plicata costata 151.
Myrianthus arboreus 1219.
Myrica asplenifolia 847.
Myricaceae (Farbst.) 282.
— (Gerbst.) 847.
Myrica coriacea 859.
— faya 847.
— gale 283, 847.
— germanica 858.
— halapensis 847.
— integrifolia 281.
— nagi 281, 847, 902.
— nagi-Farbstoff 281.
— -rinde 281.
— rubra 281, 283.
— sapida 281.
Myricetin 281.
— -glukosid 283.
Myricylalkohol 2016, 2018.
Myriocarpin 151.
Myriogyne-Bitterstoff 151.
— minuta 151.
— -säure 151.
Myristica angolensis 761.
— argentea 761.
— bicuhyba 118.
Myristicaceae (Bitterst.) 118.
— (Fette) 759.
— (Gerbst.) 851, 889.
— (Hölzer) 1223, 1395, 1418.
— (Saponine) 1821.
— (Wachse) 2019.
Myristica fragrans 759, 761, 1821.
— gibbosa 890.
— Horsfieldii 1223.
— irya 761, 1223.
— Kingii 890.
— -kino 890.
— kombo 761.
— laurifolia 1223.
— longifolia 761.
— malabarica 851, 889, 1223.
— moschata 759.
— ocuba 2019.
— officinalis 759, 760.
— otoba 759.
— philippinensis 1223.
— sebifera 760.
— succedanea 851.
— surinamensis 760.
Myristin 759.
— -säure 81.
— -säuremethylester 81.

Myrizitrin 282.
Myrobalanen 308, 829, 886, 920.
— -Baum 1243.
— gelbe 860.
— -gerbstoffe 829.
— (Gerbstoffgehalt) 819.
— graue 856, 920.
— -holz 1262.
— indische 920.
— -öl 723.
— schwarze 920.
Myrobalani Chebulae 860.
— Emblicae 856.
— nigrae 860.
Myrobalanus 308.
— chebula 724, 920.
Myrocarpus fastigiatus 1234.
— frondosus 1234.
Myrole 1274.
Myronsäure 1808.
Myrosin 788.
Myrothasonus flabelliformis 1082.
Myroxylon balsamum 1080, 1096.
— hawaiense 1259.
— Hillebrandii 1259.
— orbiculatum 1259.
— Pereirae 854, 1080, 1806.
— peruiferum 1080.
— suaveolens 1259.
— touliferum 1096.
Myrrha **1078**.
Myrrhe 151.
Myrrhen-Bitterstoff 151.
Myrrhis odorata 1807.
Myrrhol 1078.
Myrrholol 1078.
Myrsinaceae (Gerbst.) 861.
— (Hölzer) 1267.
— (Saponine) 1825.
Myrsine Grisebachii 1267.
— melanophleos 861, 1267.
— urvillea 861.
Myrtaceae (Alkaloide) 48.
— (Äth. Öle) 73, 75, 78, 81, 89.
— (Bitterst.) 118, 124, 151, 157.
— (Farbst.) 269.
— (Fas.) 475.
— (Gerbst.) 834, 841, 859, 882, 888, 890.
— (Harze) 1079.
— (Hölzer) 1263, 1453, 1454, 1509, 1511, 1544.
— (Kork) 1798.
— (Öle) 761.
— (Zucker) 2052.
Myrte 1263.
— commun 1263.
Myrtensumach 128, 856.
Myrticolorin 269.
Myrtiflorae (Bitterst.) 152.
Myrtillidinchlorid 253.
Myrtle tree 859.
— wood 1263.
Myrtus arayon 859.
— cheken 124.
— communis 859, 1263.
— jambosa 48.
— semenoides 1453.
Mysore Hougeöl 748.
Mystroxylon eucleaeforme 1733.
Mytragyne speciosa 55.
Myxopyrum nervosum 476.
Mzensi 1268.
Mzeza 1277.
Mziga 1400.
Mzuzu 1230.

N

Nabhay 1245.
Nabig 1250.
Nacascalo 928.
Nachenbirke 669, 1212.
Nachmühlenöl 764.
Nachtviolenöl 726.
Nadeleiche 1215, 1359.
Nadelhölzer 1127, 1277.
— mikroskopische Merkmale 1279.
Nadelrissigkeit der Hölzer 1277.
Nadsonia 1109.
Nâga-Kesara 1257.
Nagal 1263, 1274.
Nagarasia 853.
Nagasbaum 473, 1257.
Nagasholz 1257.
Nagelkraut 852.
Nagi 1203.
Nährhefe 1115.
Naida 1251.
Naio 1384.
Naked-seeded Juniper 1209.
Naked wood 1250.
Nakla 1210.
Nalita 561, 578.
Na mal ren 473.
Namta-yok 1226.
Nanacascalote 854, 928.
Nanas domba 451.
— sabrang 611.
Nana wood 1260.
Nance-Gerbrinde 855.
Nancite 463, 855.
Nancitte 886.
Nandina domestica 36.
Nandipá 1277.
Nandrukh 455.
Nangka 281, 1218.
Nani 1264.
Nankingbaumwolle 511.
Nankingfarbstoff 506.
Nannarhops Ritchiana 443.
Napaea dioica 471.
Naranjillo 1318, 1508.
Narave 1226.
Narawali fibre 479, 592.
Narayanganj 562.
Narcein 39, 56.
— (Nachweis) 30.
Narcissin 35.
Narcissus poeticus 151.
— pseudonarcissus 35, 151.
Narcitin 151.
Narcotin 39.
— (Nachweis) 30.
Nardensamenöl 777.
Naregamia alata 46.
Naregamin 46.
Nargol 1117.
Narikera 1210.
Naringin 2084.
Narlei 1259.
Narra 1236, 1539.
Narraholz 351.
Narraskürbisöl 728.
Narrawood 347, 351.
Narrin 351.
Narrow leaf cotton wood 1326.
— leaf peppermint 78.
Narthecin 151.
Narthecium ossifragum 151.
— -säure 151.
Narthex asa foetida 1034.
Narzissen 151.
Nashi 1227.
Nassaumahagoni 1474, 1492.
Nastoika 262.
Nasturtium officinale 726.
Natal-Aloë 242.
Natal cotton 479.
— -körner 268.
— -mahagoni 1259, 1485, 1487, 1488, 1490.
Nataloin 114, 242.
Nathusia Swietenoides 1271.
Native box 1509.
— flax 463.
— olive 1271.
— orange 1226.
— pear 1220, 1240.
— sandalwood 1220, 1386.
— teak 1238, 1459, 1583.
Natronzellulose 668, 682.
Natterwurz 850.
Nattier 1269.
Nauclea aculeata 896.
— gambir 896.
— grandifolia 1276.
Nautla-Mahagoni 1479.
Navarinavalonen 913.
N'Bilinga 1588.
Ndiloöl 739.

Ndimbo 1237, 1431.
Ndukuholz **1615**.
Neb-Neb 853, 923.
Neckanie 1277.
Nectandra amara 152.
— antillana 1225.
— -Bitterstoff 152.
— concinna 1225.
— exalta 1225.
— pisi 1225, 1399, 1400, 1470.
Rodioei 38, 39, 230, (1224), 1397, (1567).
— spec. 851, 1400.
— surinamensis 1399.
Needle tree 1220.
Neem 1242.
Neemöl 756.
Neesia altissima 1253.
Néflier 1227.
Negerköpfe 1451.
Negerkorn 352.
Negrohead beech 1213.
Negroheads 1720.
Nejasamen 724.
Nektar **2057**.
Nelken 89.
— -öl 89.
— -pfeffer 860.
— -stielöl 90.
— -wurz 136.
Nellekai 1243.
Nel mal 1272.
Nelumbin 36.
Nelumbium speciosum 36, 458, 850, 1959.
Nelumbo nucifera 36, 458, 1959.
Nematospora 1109.
Ne munoki 1229.
Neobaronia siphoclada 1237.
— xylophylloides 1237.
Neoboutonia macrocalyx 464.
Neogarne 669.
Neoglaziovia variegata 448.
Neomenthol 93.
Neonöl 780.
Neozasamen 724.
Nepal camphor wood 1224.
Nepalin 240.
Nepal paper 474.
— paper plant 474, 663.
— sassafras 1224.
Nepenthes 205.
Nepeta-Bitterstoff 152.
Nepeta cataria 152.
Nephelium 2050.
— glabrum 784.
— lappaceum 784, 1083, 1824.
— longana 1249.
Nephrodium athamanticum 155.
Nepodin 240.
Nerebi 1239.
Nerek 1218.
Nerine japonica 35.
Nerium antidysentericum 50, 319.
— oleander 477.
— piscidium 477.
— tinctorium 319.
Nerol 76, 89, 94, 101, 102.
Nerolidol 90.
Neroliöl 90.
Nesaea syphilitica 152.
Nesko 1235.
Nespera 1254.
Nessel 456.
Nesselfaser 574.
— Aufbereitung 575.
— Geschichtliches 574.
— Morphologie 575.
— Verwendung 576.
Nessin 152.
Nétémehl 1959.
Netybaum 1959.
Netzanone 2047.
Neuguineaholz 1232, **1420**.
Neumannia theiformis 858.
Neurot 381.
Neuseeländischer Flachs **628**.
— Hanf 628.
— Teak 1274.
Neuseeland-Zeder 1208.
New Orleans moss 651.
— Zealand beech 1214.
— Zealand black pine 1203, 1281.
— Zealand cedar 1208.
— Zealand cotton 471.
— Zealand honeysuckle 1220.
— Zealand pine 1284.
— — red pine 1203.
— — white pine 1203.
— Zealand yew 1280.
Nezuco 1208.
Ngaikampfer 104.
Ngarawan 1258.
Ngonokung 1417.
Ngua 1245.
Niamfett 763.
Niaouli 1266.
Nicaragua-Goldholz 1609.
— -Mahagoni 1474.
— -Pockholz 1453.
— -Rotholz 1426.
— wood 1425.
Nicolaia speciosa 453.
Nicotein 51.
Nicotellin 51.
Nicotiana 51.
— affinis 52.
— tabacum 51, 52, 480, 795.
Nicotianin 152.
Nicotimin 51.
Nicotin 51, 53, 152.
— -säure 43, 1808.
Nicoulin 152.
Nidularium karatas 634.
Niesholz 1240.
Nieshout 1240.
Nieswurz 35.
Nigella aristata 37.
— arvensis 37.
— damascena 37, 152, 1821.
— diversifolia 37.
— hispanica 37.
— integrifolia 37.
— orientalis 37.
— sativa 152, 777, 1821.
Nigellin 152.
Niger-Ebenholz 1559.
Nigeria camwood 1428.
— Mahagoni 1485, 1487.
Nigeröl 761.
Nigersamen 761.
Niger seeds 761.
Nigger heads 1451.
Nigi 1241.
Nigno 479.
Nikaraguagelbholz 278.
Nikaraguaholz 289.
Nilghirinessel 456.
Nilgiri nettle fibre 456.
Nilgummi **996**, 1006.
Nimwau Peso 1249.
Niñoarzoté 1229.
Nipa fructicans 447.
Nipah palm 447.
Nipis kulit 1266.
Nirambali 1203.
Niretimara 1218.
Nishikigi 1246.
Nispero 2053.
— del Japón 1227.
Nitrobenzol 78.
Nitrozellulosen 1166.
Nittabaum 1959.
Nitzschia closterium 2008.
Njabiholz **1553**, 1555.
Njallabohnen 152.
Njallin 152.
Njansang 1244.
Njata matpleppek 1043.
Njating Mahabong 1043.
— matapoesa 1043.
Njatutalg 786.
Nje 1222.
Nje-Holz 1393.
Njókuboré 1241, 1495.
— -Mahagoni 1485.
Njokubwale-Mahagoni 1487.
Njokubwele-Mahagoni 1485.
Nkewa 1232.
Nkom 1543.
Nkondjo 1239.
Nkula 1388.

Nocha 448.
Nogal 1330.
Nogel 1327.
— silvestre 1330.
Noir du Congo 1745.
— réduit 297.
— solide 297.
Noisetier 1338.
Noix de galle 950.
Noki 1226.
Nolina Lindheimeriana 450.
— microcarpa 450.
— texana 450.
Nolipalme 769.
Nongko 281, 1218.
Nonne 354.
Nonsaccharomyceten 1109.
Nonylaldehyd 81, 94, 102, 103.
Nonylalkohol 94.
Nonylen 89.
Nootka cypress 1208.
Nopalea coccinellifera 379.
Nopalpflanze 379.
Nopalschildlaus 379.
Norarecaidin 34.
Norbixin 369.
Nordamerikanische Rotfichte 1206.
— Schwarzfichte 1206.
— Stechpalme 1246.
— Weißfichte 1206.
Nordmannstanne 1207, 1288.
Norfolktanne 1204.
Nor-Hyoscyamin 51.
Nori-no-ki 1226.
Normalfarbe 307.
Nornarcein 40.
North Carolina pine 1293.
Northea seychellana 1736.
North-West ebony 1568.
Nortrizykloeksantalal 95.
Norway maple 1521.
— pine 98, 1206, 1293.
Nossi-bé 1611.
Nostoc commune 220.
Notelaea ligustrina 1271.
Nothofagus betuloides 1213.
— Cunninghamii 1213.
Notra-Ciruelillo 1220.
Nouvé 1205.
Noyer commun 1327.
— d'Afrique 1488.
Noz moseada do Brasil 1225.
Nsamgilla-Mahagoni 1485, 1487.
Nsa-Sana 734.
N'soro 1223.
Ntandi 1275.
Ntiombi 1243.
Ntom 1222.
Ntoma 1222.
Nucin 229.
Nucit 2037.
Nuclein 197.
Nucleogen 1117.
Nucleoproteide 191, 193.
Nuez 1330.
Nujunge 1219.
Nullapansa 747.
Numugu 1553.
Nuna 239.
Nupharin 36.
Nuphar luteum 36, 850.
Nussangue-Mahagoni 1487.
Nußbaum, afrikanischer 1327.
— -holz, afrikanisches 1330, **1412.**
— -holz, amerikanisches 1330.
— -hölzer **1411.**
— -holz, kaukasisches 1212, 1330.
— -holz, ostindisches **1411.**
— -holz, türkisches 1330.
— -holz, westindisches 1412.
— -rindengerbstoff 841.
Nußholz s. Nußbaumholz.
Nußöl, amerikan. 763.
Nußöle 762.
Nüsse (Vitam.) 2007.
Nutgalls 950.
Nutka-Zypresse 1208.
Nutmeg hickory 1333.
Nuttharz 1029.
Nuttree 1220.
Nutzhölzer, Bestimmungsschlüssel 1595.
— Statistik 1198.
— wichtigste 1277.
Nuxia floribunda 1272.
Nyankom 1255.
Nyassa 1751.
Nyassaceae (Kork) 1798.
Nyassa silvatica 1798.
Nyaung peinne 1218.
— thabye 1219.
Nyctanthes arbor tristis 369, 862.
Nyctanthin 369, 370.
Nymphaea alba 850.
Nymphaeaceae (Alkaloide) 36.
— (Fas.) 458.
— (Gerbst.) 850.
— (Stärke) 1959.
Nymphaea-Gerbstoff 832
— lotus 1959.
— lutea 36.
— nelumbo 1959.
— odorata 850.
Nyssa aquatica 1327, 1551.
— -holz 1846.
— multiflora 1266, 1550.
— sessiliflora 1267.
— silvatica 1266, 1550.
Nyssa tomentosa 1266.
— uniflora 669, 1266, 1551.
Nzonogwe 460.

O

Oak apples 950.
Oba 1465.
— -baum 1239.
Obega-Mahagoni 1485, 1486.
Oberhefe 1114.
Oberzeug 1114.
Obron 1118.
Obstbanane 1975, 2078.
Obst (Eiweiß) 197.
Ochis fusca 1806.
Ochna Afzelii 1255.
— alboserrata 1255.
— arborea 1255.
Ochnaceae (Hölzer) 1255, 1531.
— (Öle) 763.
Ochna Hoffmannii 1255.
— Holstii 1255.
Ochoco 1223.
— -butter 761.
— -nüsse 761.
Ochrocarpus africanus 1257.
— siamensis 1257.
Ochrolechia pallescens 345.
— tartarea 345.
Ochroma lagopus 471, 513, (1253), 1529, 1592, 1798.
Ochsenschwanzwurzel 244.
Ochsenwurzel, rote 244.
Ochsenzungenwurzel 244.
Occidentalisches Kino 850.
Ocimum basilicum 92, 479.
— viride 74.
Ocotea bullata 1224.
— caudata 89.
— spectabilis 1224.
— usambarensis 1224.
Octylaldehyd 103.
Octylen 89.
Ocubarot 2019.
Ocubawachs **2019.**
Ocuje-Mahagoni 1474.
Ocula edulis 763.
Odina Barteri 464.
— fructicosa 992.
— gummifera 992.
— Wodier 464, 856, 992, 1005, 1245.
Odla 1254.
Odollamfett 715.
Odollin 152.
Odonomokyguku 1327.
Odum 1376.
— -baumholz **1376.**
Odyendea gabunensis 744, 1239.
Odyendié 1239.
Odyendyébutter 744.
Oehre 1521.

Oenanthe crocata 153.
Oenidinchlorid 254.
Oeninchlorid 254.
Oenocarpus bacaba 445, 774.
— bataua 445.
— batava 774.
— mapora 1310.
— -öle 774.
Oenokarpol 2021.
Oenotheraceae (Fas.) 476.
— (Gerbst.) 861.
Oetan 1249.
Oeweg 452.
Ogamignia 1233.
Ogana 1223.
Oganwe-Mahagoni 1486.
Oganwo 1240.
— -Mahagoni 1487.
Ogipogo-Mahagoni 1486, 1487.
Ogowe-Ebenholz 1559.
Ogwangu-Mahagoni 1486,1487.
Ohala 1223.
Ohi 1229.
Ohia lehua 1264.
Ohio-Bukeye 1248.
Ohio-Roßkastanie 1248.
Oidium lactis 1119.
— Tuckeri 2067.
Oil-giri 741.
Oil nut 1329.
— of limes 88.
— palm 446.
Ointjes 1955.
Oiti 1217.
Oiti-cica 1217.
Oity bravo 1219.
Ojuologbo 239.
Okan 1400.
Okomokoma 1219.
Okoumé-Mahagoni 1486.
Okpé 1233.
Okra 467, 2008.
Okumé 1326.
— blanc 1498.
— französisches 1497.
— -holz **1497**.
— rouge 1498.
— spanisches 1497.
Okura 467.
Okwen-Mahagoni 1486, 1488.
Olacaceae (Hölzer) 1221, 1386, 1388, 1489.
— (Öle) 763.
Ölbaum 763.
— gemeiner 1574.
Old Calabar-Ebenholz 1269, 1559.
Oldenlandia corymbosa 236.
— umbellata 235.
Oldfieldia africana 1243, 1583.
Oldfield pine 1293.
Old Fustic 225, 278.
Old mans beard 651.
Öle **705**.
Olea capensis 1271.
Oleaceae (äther. Öle) 73, 81.
— (Bitterst.) 140, 145, 146, 153, 170.
— (Farbst.) 369.
— (Fas.) 476.
— (Gerbst.) 862.
— (Hölzer) 1270, 1569, 1571, 1572, 1573, 1574, 1575.
— (Öle) 763.
— (Wachse) 2019.
— (Zucker) 2054, 2063, 2064.
Olea chrysophylla 1271.
— Cunninghami 1271.
cuspidata 1271.
— dioica 1271.
— europaea 153, 763, (1271), 1574, 2019, 2064.
— exasperata 1271.
— glandulifera 1271.
— -holz **1616**.
— ilicifolia 1271.
— lancea 1271.
— lanceolata 1271.
— laurifolia 1271.
— Palmae 765.
— paniculata 1271.
Olearia argophylla 1277.
Olea undulata 1271.
— verrucosa 1271.
Öle, Brechungsindex 713.
— Differenzzahl 713.
— Erstarrungspunkt 713.
— Esterzahl 713.
— Farbenreaktionen 713.
— Gewinnung 708.
— Jodzahl 713.
— Kennzahlen 713.
Oleo de Copahuva 1232.
— pardo 1234.
Oleoresin 1827.
Oleo vermello-Holz **1616**.
Öle, Polymerisation 713.
— Ranzigwerden 711.
— Säurezahl 713.
— spez. Gewicht 713.
— Titer der Fettsäuren 713.
Oleum elaeis guineensis 765.
Öle und Fette in Hölzern 1197.
— Untersuchung 713.
— Vorkommen 707.
— Verseifungszahl 713.
— Zusammensetzung 710.
Olibanoresen 1098.
Olibanum americanum 1040.
— -Bitterstoff 153.
Olingué 1232.
Olinia capensis 1260.
Oliniaceae (Hölzer) 1260.
Olivamarin 153.
Olivenholz **1574**.
Olivenhonig 2064.
Olivenhout 1271.
Olivenöl 763, 1803, 2007.
Olivetier jaune 1247.
Olivier de Trinidad 860.
Olivil 153.
Olneya tesota 1235.
Ölnußfett 760.
Olokokima 1232.
Ölpalme 446, 766.
— amerikanische 446.
Ölperoxyde 713.
Ölreinigung 709.
Ölsamen 193.
Ölsäure (1808).
Omphalea triandra 1732.
Omphalocarpin 1824.
Omphalocarpum anocentrum 786.
— procerum 1824.
Omphalogonus calophyllus 1761.
Omukaru 1250.
Omumbonde 1230.
Önanthotoxin 153.
O-nara 1216.
Oncinotis hirta 1756.
Oncoba spinosa 1259.
Ondon 1225.
Oneseed Juniper 1209.
Ongocea-Arten (Buchsersatz) 1511.
Ongocea kamerunensis 1221.
Onigurumi 1212, 1327.
Oniguse 1852.
Onkies 1955.
Onobrychis sativa 775.
— vicifolia 196.
Ononin 1822.
Ononis hircina 1822.
— repens 1822.
— spinosa 1822.
Onoore 1213.
Onopordion acanthum 745.
Onosma echioides 246.
— Encodi 246.
— Hookeri 246.
Onzabili 1245.
Onzon 1239.
Oodal 597.
Oohoo 1560.
Oong-poey 960.
Oostindisch paarden vleesch 1251.
Opapao Mahagoni 1486.
Opeves 1957.
Ophelia chirata 125, 153.
— -säure 125, 153.
Ophioxylin 153, 160.
Ophioxylon serpentinum 153.
Opiansäure 36.

Opium 39.
Opoponax **1079**.
— -Bitterstoff 153.
— chironium 153.
— -harz 153.
Oporesinotannol 1079.
Optochin 54.
Opuntia cactus 379.
— coccinellifera 379.
— decumana 379.
— ficus indica 992, 2051, 2072.
— leucotricha 2051.
— monacantha 379.
— Rafinisquie 2051.
— robusta 2051.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— streptacantha 2051.
— tucca 379.
— versicolor 1803.
— vulgaris 2051.
Orandamomi 1204.
Orangenagrume 2083.
Orange, breitflügelige 2084.
— -fluß-Ebenholz 1269, 1568.
— -hefe 1110.
— -holz **1617**.
Orangenbaum 45.
— -holz **1461**.
Orangenblütenöl 90.
Orangenblütenwasser 90.
Orangenkerne (Bitterst.) 146.
Orangensamenöl 716.
Orange river ebony 1269.
— süße 2083.
— (Vitam.) 2007.
Orbignya Martiana 1720.
Orcanette 244.
Orceïn 343.
Orchidaceae (Fas.) 453.
— (Farbst.) 317.
— (Saponine) 1819.
— (Stärke) 1921.
— (Wachse) 2019.
Orchil 342.
Orchilla 342.
Orchis bicornis 1896.
— comosus 1896.
— coriophora 1896.
— crenulatus 1896.
— ensifolia 1896.
— fusca 1896.
— galatea 1896.
— latifolia 1896, 2019.
— laxiflora 1896.
— longicruris 1896.
— mascula 1896.
— militaris 1896.
— mimusops 1896.
— morio 1896.
— ovalis 1896.
— paluster 1896.
— papilionacea 1896.
Orchis purpurea 1896.
— pyramidalis 1896.
— Rivini 1896.
— saccifera 1896.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— ustulata 1896.
Orcin 338, 343.
— -karbonsäure 338.
Orcinol 341.
Oregonbalsam 1062.
Oregon-Erle 669.
Oregon maple 1248, 1520.
— oak 1348.
— pine 1284.
— white oak 1348.
— -Zederholz **1306**.
Orelhada onça 1726.
Orenetto 367.
Orenotto 367.
Oreocnide acuminata 457.
Oreodaphne-Bitterstoff 154.
Oreodaphne rigida 154.
Oreodor oleacea 774.
Oreodoxa oleracea 1956, 1968.
— regia 445, 1310.
Oreoselon 118.
Organische Säuren **1801**.
— Säuren, Literatur 1810.
Oricello 342.
Oriente 1733.
Origanum majorana 89.
Orinoco scrap 1732.
Orites excelsa 1220.
Orixa 36.
— japonica 45.
Orlean 223, 367.
— -baum 367, 473.
— -lack 379.
— straube 2067.
Orme d'Amérique 1254.
— maigre 1216.
Ormocarpum glabrum 130.
Ormosia coccinea 43, 1234.
— dasycarpa 43.
Ormosin 43.
Ormosinin 43.
Ornithopus sativus 775.
Orobanchaceae (Farbst.) 317.
Oroxylin 154.
Oroxylum indicum 154.
Orseille 342.
— -extrakt 344.
— -karmin 344, 379.
— -lack 379.
Orsellinsäure 338.
Orsellsäure 1806.
Orthanthera viminea 478.
Orthosiphon rubicundus 1961.
Orybia argophylla 1277.
Orypan 2008.
Oryzanin 2008.
Oryza sativa 440, 777, (1955).
— sativa var. glutinosa 1921.
Osagedorn, orangefarbiger 1217.
Osage-Orange 1217, 1375.
Osage-Orangenbaum 280.
Osai 1274.
Oshere 1259.
Osmanthus americanus 1271.
— aquifolium 1271.
Osmundaceae (Fas.) 434.
— (Gerbst.) 845.
Osmunda regalis 434, 845.
— -wolle 434.
Osoko 1223.
Osongongo 1245.
Ostafrikanisches Sandelholz **1387**.
Ostamerikanische Lärche 1204.
Österreichische Eiche 1215.
— Schwarzkiefer 1205.
Osthin 154.
Osthol 154.
Ostindisches Arrowroot **1978**.
— Buchsbaumholz **1508**.
— Eisenholz 1257.
— Mahagoni 1240, 1241, **1499**.
— Nußbaumholz **1411**.
— Rosenholz 1539.
— Rotholz **1426**.
— Seidenholz **1458**.
— Teak 1581.
— Walnuß 1327.
Ostruthin 139.
Ostruthol 154.
Ostrya à feuilles 1340.
— carpinifolia 849, 1213, 1340.
— de charme 1340.
— d'Italie 1340.
— italica 1340.
— virginica 849, 1213, 1340.
— vulgaris (1213).
Osun 1428.
Osyris tenuifolia (1220), 1387.
Otaheitirohr 2096.
Oti-mirim-ayra 1218.
Otjitore-Knolle 1958.
Oto 1396.
Otobafett 759.
Otobit 760.
Otophora 1824.
Ottonia anisum 154.
— -Bitterstoff 154.
Ouate végétale 513.
Ouatte 477.
Ougeinia dalbergioides 1235.
Oungkoudou 239.
Oupeitze 960.
Ouratea angustifolia 1255.
Ourouparia gambir 480, 896.
Outeman 2064.
Outeniqua yellow-wood 1203

Ouviranda Berneriana 1954.
— fenestralis 1954.
— Heudelotii 1954.
Ovar-cup oak 1214, 1347, 1349, 1350.
Ovidia Pillopillo 475.
Ovos 1118.
Owalaöl 747.
Owalasamen 43.
Owang 1232.
Owenia cerasifera 1242.
— venosa 1392.
Owowe 1327.
Oxalidaceae (Gerbst.) 855.
— (Hölzer) 1237.
Oxalis 1808.
— gigantea 855.
— -rinden 888.
Oxalsäure 1808.
Oxelbeere 1227.
Oxyacanthin 37.
Oxyanthrachinon 236.
Oxyanthus speciosus 1277.
Oxybrasileïn 293.
Oxybrasilin 293.
Oxycoccin 154.
Oxychelidonsäure 39, 1808.
Oxydasen 206.
— in Gummi 981.
Oxyessigsäure 1807.
Oxyflavellagsäure 309.
Oxykopaivasäure 1064.
Oxylapachol 230.
Oxylobium parviflorum 1803.
Oxylupanin 43.
Oxymethoxymethylanthrachinon 239.
Oxymyristinsäure 74.
Oxynarcotin 39.
Oxynitrilase 204.
Oxypentadezylsäure 74.
Oxypeucedanin 154, 155.
Oxyphenylalanin 1802.
Oxypropionsäure 1808.
Oxyquercetin 268, 281.
Oxyresoflavin 310.
Oxyrocellsäure 1806.
Oxyrottlerin 359.
Oxysantonin 117.
Oxystigma Mannii (1232), 1418.
Oxyzellulose 1160, 1167, 1170.
Oxyzimmtsäure 1806.
Ozombanuiöl 747.
Ozumi 1227.

P

Paat 559, 561.
Pachinocarpus umbonatus 1259.
Pachira aquatica 471, 518, 1960.
— barrigon 471.
Pachira fastuosa 471.
Pacho colorado 1585.
Pachunda 1226.
Pachylepten 912.
Pachylobus edulis 1045, (1239), 1240, 1466.
Pachypodanthium 1222.
Pachypodium Rutenbergianum 477.
Pachyrrhizid 155.
Pachyrrhizus angulatus 155, 463, 1822, 1960, 2049.
— bulbosus 2049.
— montanus 462.
— tuberosus 1960.
Pacific post oak 1348.
Pacoryöl 740.
Pacourea guyanensis 1759.
Pacuri 1257, 1534.
Padangbenzoe 1036.
Padangdammar 1042.
Padauk-ni 1435.
Padauk-nyo 1435.
Padauk-pyu 1435.
Padauk-sal 1435.
Padauk-wa 1435.
Paddle wood 1272, 1392.
Paddy 1965.
Paddys river box 78.
Pa de canella 1225.
Pader 1275.
Padischal-Salep 1897.
Padistrohfaser 667.
Padouk 1236, 1430, (1480), 1539.
— afrikanisches **1431**, 1536.
— echtes **1435**.
— -hölzer **1434**.
Padus laurocerasus 780.
Padwûs 962.
Paederia foetida 480.
Paeonia officinalis 2047.
— peregrina 2047.
Pagaranak 1256.
Pagatpat 1261.
Pahudia javanica 1232.
Paina limpa 512.
Paja de penacho 437.
Pajasan 1464.
Pakoe-Kidang 434.
Pakoeli 1257.
Pakri 455.
Pala 1268, 1272, 1594, 1975.
Palai 1225.
Pala narango 1217.
Palaquium 1736.
— acuminatum 1740.
— bancanum 1740.
— Beauvisagei 1824.
— borneense 1737, 1740, 1824.
— calophyllum 1740.
— celebicum 1740.
Palaquium Clarkeanum 1740.
— grande 1268.
— gutta 1737, 1740.
inutile 1740.
— leiocarpum 1740.
— Maingayi 1740.
montanum 1741.
— oblongifolium 786, 1737, 1741.
— obovatum 1741.
— oleosum 786.
— Oxleyanum 1741.
— petiolare 1741.
— pisang 786, 1741.
— polyanthum 1268, 1741.
— quercifolium 1741.
— rostratum 1741.
— Sumpfianum 1741.
— sussu 787, 1741.
— Treubii 1741.
— Warburgianum 1741.
— xanthochymum 1741.
Palas 462.
Palasakino 892.
Palasi Pouknway 463.
Palaskephul 226.
Palasokino 226.
Palawa 1257.
Palaykautschuk 1759.
Palay-rubber 1760.
Paldatan 1273.
Palembangbenzoe 1036.
Palétuvier 862.
Paletuvier gris 860.
Palisanderholz 1275, (1436), 1437, 1536, 1540.
Palisander, ostindisches **1439**.
Palissadenzellen 1313.
Palma blanca 449.
— de chile 446.
— de Cogal 774.
— de Escoba 442.
— de la paila 449.
Palmae (Alkaloide) 34.
— (Bitterst.) 123.
— (Farbst,) 385.
— (Fas.) 442.
(Fette) 765.
— (Gerbst.) 834, 846.
— (Gummi) 987.
— (Harze) 1044.
— (Hölzer) 1210, 1310.
(Saponine) 1819.
(Stärke) 1955.
— (Wachse) 2014, 2019, 2020.
— (Zucker) 2056, 2073, 2102.
Palmahanf 449.
Palma istle 449.
— ixtli 449.
— loca 449.
— pita 449, 1310.
— real 1310.

Palmarosaöl 91.
Palma samandoca 449.
Palmatin 38.
Palmblattpapiere 675.
Palmbutter 765.
Palmendrachenblut 385, 1044.
Palmenholz **1310**.
Palmet 449.
Palmetto 846.
— -palme 443.
Palmfett 765.
Palm fibre 444.
Palmhonig 2102, 2104.
Palmier-bâche 1956.
Palmin 771.
Palmite 449.
Palmitinsäure 82, 90.
Palmkerne 766.
Palmkernöl 772.
Palmkuchen 193.
Palmlilie, fadentragende 449.
Palm of Gilead 1326.
Palmöl 765, 2007.
Palmona 771.
Palmwachs 2014, 2019.
Palmweide 1212, 1321.
Palmyraholz 1310, 1448.
Palmyrapalme 443, 675, 1210, 1970, 2104.
Palmyrapalmenholz **1311**.
Palmzucker **2102**.
Palo blanco 887.
— blanco-Rinde 931.
— borracho 1253.
— botella 1253.
— Brasil of Salvador 1425.
— campeche 1426.
— campechio 291.
— de Caja 1248.
— de Hierro 1235.
— de Mambo 1222.
— Natri 1825.
— negro 1426.
— Pangue 859.
— rosa 1272.
— santo 1238, 1449, 1454, **1456**.
Paloz 1230.
Palshin 463.
Palte Madar 1237.
Palungo 578.
Pama 567.
Pambuku 1217.
Pamito 1248.
Pampasgras 437.
Pampelmuse 2084.
Panacon 155.
Panakilon 155.
Panamamahagoni 1474, **1479**.
Panamapalme 447.
Panama screwpine 447.
Panamastroh 447.
Panao 1257.
Panaquilon 155, 1823.
Panaresinotannol 1079.
Panax elegans 1266.
— fruticosum 1823.
— ginseng 155, 1823.
— gum 993.
— Murrayi 993.
— quinquefolia 155.
— repens 1823.
— -resen 1079.
— -saponin 1823.
Pancratium maritimum 1957.
Pandanaceae (Fas.) 436.
— (Hölzer) 1209.
Pandanus atrocarpus 436, 636.
— bidus 635.
— candelabrum 436.
— dubius 635.
— elegantissimus 436.
— -faser **635**.
— furcatus 436.
— Houlletii 436.
— -hüte 635.
— littoralis 436.
— montanus 436.
— odoratissimus 436, 635, 1209.
— papuanus 635.
— repens 636.
— tectorius 436, 635.
— Thomensis 436, 636.
— utilis 436, **635**.
— verus 436.
Pandri 1275.
Pandur 1276.
Pangani hemp 627.
Pangbaingu 1250.
Pangi 1231, 1259.
Pangium edule 737, 1259, 1804.
— Naumannii 1259.
Pangorei 441.
Pangra 1237, 1594.
Paniceen 1808.
Panicol 738.
Panicularia 1805.
Panicum acariferum 440.
— indicum 438, 662.
— meliaceum 662.
— italicum 737.
— juncum 1819.
— milaceum 737, 1921, 1955.
— molle 439.
— obscurens 439.
— sanguinale 439.
— stagninum 2056.
Pannasäure 155.
Panni 1228.
Pannol 155.
Pan-Seide 654.
Pao amarello 1217, 1375.
— branco 1219.
Pao Brasil 1422.
— de Camerâo 1275.
— de Rosa 1535.
— Fero 1318.
— Ferro 1236.
— Jangada 1251.
— lyrio 1758.
— magno 1474.
Päonidinchlorid 253.
Päonie, rote 2047.
Pao Pereiro 50.
— Pernambuco 1422.
— Pomba 1239.
— rosa 1225, 1438.
— rosado 1422.
— roxo 1232.
— santo 1238, 1454.
Papain 205.
Papajamelone 2051.
Papao 1232.
Papar 1237.
Papasco wood 1523.
Papaturro 1221, 1389.
— blanco 1390.
Papaveraceae (Alkaloide) 38, 39.
— (Bitterst.) 124.
— (Farbst.) 337.
— (Öle) 757.
— (org. Säuren) 1807.
— (Stärke) 1922.
— (Wachse) 2020.
Papaver album 757.
Papaveramin 39.
Papaver dubium 40.
Papaverin 39.
Papaver nigrum 757.
— orientale 40.
— rhoeas 40, 253, 1808.
— setigerum 39.
— somniferum 39, 757, 1804, 1808, 2020.
Papaya vulgaris 47, 205, 207.
Papayotin 205.
Paper bark tree 475, 1266.
- birch 454, 1212.
Paphiopedium javanicum 1819.
Papierbirke 1212.
Papier de riz 673.
— -fasern 661.
— (Geschichte) 674.
— -maulbeerbaum 669.
Papilionaceae (Enzyme) 206.
— (Farbst.) 318.
— (Fas.) 581.
— (Harze) 1080, 1096.
— (Öle) 748, 775.
Papilionatae (Farbst.) 226, 248.
— (Gerbst.) 854.
— (Gummi) 991.
— (Hölzer) 1234.
Papilionoideae (Zucker) 2049.

Pappea capensis 1249.
Pappel, großzähnige 1211,1324.
— haarfrüchtige 1211, 1326.
— -holz, amerikanisches 1392.
— -hölzer **1322**.
— italienische 1211, 1324.
— kanadische 1211.
— -knospen 256.
— (Samenwolle) 453.
— -rose 253.
— -rosenblüten 1888.
— -wolle 523.
Pappilichakka 246.
Papri 1219.
Paprika 52.
— -öl 795.
Papuamuskatnuß 761.
Papyrus **677**.
— -staude 441, **677**.
Parabalsam 1063.
Parabarium diudo 1756.
Parabutter 774.
Para-Cotoin 155.
Paracotorinde 155.
Paracurare 49.
Paradiesapfel 2082.
Paradiesfeige 2078.
Paradiesnußöl 747.
Para entrefin 1720.
— fin 1720.
Paraguay cedar 1469.
— lignum 1238.
— lignum vitae 1456.
— -tee 46.
Paragummibaumöl 735.
Parakautschuk **1718**.
Parakopaivabalsam 1064.
Parakopaivasäure 1064.
Paral 1275.
Parameria barbata 1756.
— densiflora 1756.
— glandulifera 1756.
— Griffithii 1756.
— pedunculosa (1747), 1756.
— philippensis 1756.
— polyneura 1757.
— vulneraria 1757.
— Wariana 1757.
Paranußholz 1412.
Paranußöl 746.
Paraoxyphenyläthylamin 33.
Parapalmöl 774.
Para-Piassave 643.
Parari 1275.
Paraselier 1380.
Parashorea stellata 1258.
Paratropia 1823.
Parcinia indica 858.
Pareirawurzel 38.
Parella Massal 345.
Parelle 345.
Parellsäure 345.
Parenchym 1134.
Pargavalonen 913.
Parge 916.
Parietaria 383.
— debilis 458.
— officinalis 458.
Pariglin 1819.
Parilium arbor tristis 862.
Parillin 1819.
Parillinsäure 1819.
Parinarium chrysophyllum 1228.
— curatellifolium 1228.
— mobola 780, 1228.
— robustum 1228.
— senegalense 780.
— spec. 1228.
Pariserlack 381.
Paris quadrifolia 792, 1818.
Paristyphnin 1818.
Paritanewha 629.
Paritium elatum 467.
— pernambucense 467.
— tiliaceum 467.
Parkettkiefer 1296.
Parkia africana 460, 1231, 1959.
— biglandulosa 747.
— biglobosa 1959.
— Hildebrandtii 460.
— spec. 990.
— timoriana 1231.
Parkinsonia aculeata 461.
— africana 1234.
Parmelia Borreri 1806.
Parmeliaceae (Bitterst.) 123, 157.
Parmelia ceratophylla 123, 341.
— fuliginosa 1806.
— perlata 339, 341.
— physodes 123, 157, 341.
— -säure 1806.
— tartarea 340.
— tinctoria 341, 1806.
Parna 1205.
Parrotia Jaquemontiana 1226.
— persica 1226.
Parthenicin 156.
Parthenin 156.
Parthenium argentatum 1763.
— -Bitterstoff 156.
— hysterophorus 156.
— incanum 1764.
— integrifolium 156.
Partridge wood 1310, 1444.
Pasania cuspidata 1214.
— densiflora 1214, 1343.
Pasau 1276.
Paspalum longiflorum 738.
Passang 848.
— -batoe 848.
— -mienjak 848.
Passerina hirsuta 475.
Passiflora actinia (147).
— alata 147, 2051.
— amethystina 2051.
Passifloraceae (Bitterst.) 147.
— (Zucker) 2051.
Passiflora edulis 147.
— edulis var. diden 2051.
— edulis var. pomifera 2051.
— Eichleriana 147.
— setacea 2051.
— spec. 2051.
Passiflorin 147.
Pastinaca sativa 1805, 2052.
Pastinak 2052.
Pasta Guarana 46, 834.
Pastel 336.
Pastuwanni 1252.
Patagonula americana 1273.
Patate marron 1961.
— sauvage 1961.
Patava palm 445.
— -öl 774.
Patent cornflower 1967.
— -fustin 226.
Pater bitter nut 1333.
Paternostererbse 462.
Pathor 1244.
Patle Katus 1216.
Patma 459.
Patrasso 913, 916.
Patschulialkohol 91.
Patschulikraut 91.
Patschuliöl 91.
Patte de lièvre 512.
Pattern wood 1576.
Pattewar 1562.
Pattharee sagun 1583.
Pattons Hemlock 1207.
Paucin 43.
Pauconuß 43.
Pau de rosa 1539.
Pau-Fa-Holz 1224.
Pauk 1237.
Paukatea 1208.
Paukyan 1275.
Paulati 1243.
Paullinia asiatica 172, 337, 338.
— cupana 46, 857, 1824.
— curare 46.
— -katechin 834.
— grandiflora 465.
— pinnata 465.
— sorbilis 46, 834, 1824.
— trigona 785.
Paulownia Fortunei 1274.
— imperialis 741, 787, 1274, 1583.
— tomentosa 787, 1274, 1583.
Pavia rubra 1824.
Pavonia ceylanica 470.
— odorata 470.
— Schimperiana 470.

Pavonia spinifex 470.
Pâyar 455.
Payena bankensis 787, 1741.
— bawun 1741.
— dasyphylla 1741.
— Havilandi 1741.
— lancifolia 787.
— latifolia 787, 1741.
— Leerii 1737, 1741, 1824.
— macrophylla 1742.
— Maingayi 1742.
— malaccensis 1742.
— Mentzelii 1742.
— rubro-pedicellata 1742.
— stipularis 1742.
— sumatrana 1742.
— Suringariana 1824.
Payta alba 50.
Paytamin 50.
Paytarinde 50.
Paytin 50.
Peach oak 1214, 1215, 1343, 1357.
— wood 289, 1425.
Pearl moss 1846.
Pearwood, African 1269.
Peau de letras 1218.
Pebin 443.
Pecan nutt 1332.
Pecha-da 1568.
Pechtanne 1288.
— sibirische 1288.
Pedaliaceenöl 790.
Pedda Gomra 1274.
Pedilanthus pavonis 2014.
Peduncled oak 1351.
Peepul tree 1218.
Peganum harmala 44.
Pegukatechu 894.
Pehimbia-gass 1249.
Peine de mico 1251.
Peireskia sp. 993.
Pejibaye 1310.
Pekan Hickories **1332**.
Pekea guayanensis 722.
Peki 1256.
Pektingärung 534.
Pektinstoffe 417.
Pektoseschleime 1832.
Pelargonidin 251.
— -chloride 253.
Pelargonium capitatum 80.
— odoratissimum 80.
— -öl 80.
— roseum 80.
— zonale 222, 253.
Pelletierin 48.
Pellitorin 163.
Pellote 47.
Pellotin 47.
Pelosin 38, 39.
Peltogyne confertiflora 1232.
— paniculata 1419.
Peltophorum brasiliense 1425.
— dubium 1234.
Pemphigus cornicularius 959.
— semilunarius 959.
— utricularius 959.
Penacho branco 437.
Penaeaceae (Gummi) 993.
Penaea mucronata 993.
— sarcocollo 993.
Penang-Benzoe 1036, 1312.
Penang lawyers 1210.
Penawar Djambi 434, 518.
Pencil wood 1209.
Pendare 1734.
Penghawar Djambi 518.
Penguin 634.
Penji 441.
Penkwa 1241.
— -Mahagoni 1486, 1487.
Pentace burmanica 1251, 1499.
Pentaceholz **1499**.
Pentaclethra macrophylla 43, 747, (1231), 1416.
Pentacme contorta 1385.
— siamensis 729, 1258.
Pentadesma butyraceum 740.
Pentagonula americana 479.
Pentaptera alata 861.
Pentite 2036.
Pentopetia elastica 1761.
Pentosan 1174, 2033.
Pentosen 2032.
Pepidopetalum 1824.
Pe-pi-lo-chon 371.
Pepinella 1961.
Pepperidge 1266.
Pepper wood 1460.
Pepsinasen 205.
Pepsine 205.
Peptidasen 205.
Peptide 191.
Pepton 191, 197.
Perebea macrophylla 1715.
— Markhamiana 1709, 1715.
Pereirin 50.
Pereirorinde 50.
Perennial Indian hemp 473.
Pergamentzellulose 1169.
Pergularia bifida 319.
Periandra mediterranea 1807.
Perianthopodin 156.
Perianthopodus espelina 133, 156.
Pericampylus incanus 459.
Peridineae (Farbst.) 221.
Peridinin 221.
Perilla ocymoides 775.
— -öl 775.
Perinihanf 578.
Periploa silvestris 479.
Periploca aphylla 479.
— canescens 1761.
— graeca 479, 1273.
— indica 478.
— nigrescens 1761.
Perlsago 1968.
— amerikanischer 1967.
Permanentfarbe 307.
Pernambukholz 288, 1422.
Peronospora viticola 2067.
Peroxydase in Gummi 982.
Persea alba 1224.
— -fett 746.
— gratissima 746, 851, 2036, 2047.
— indica 1224, 1485, 1487, 1492, 1499.
— lingue 839, 851, 877, 1224.
— Meyeriana 851, 877.
— microneura 1224.
— persea 2008.
— -rinde 877.
— -rindengerbstoff 839.
— splendens 1224.
Perseit 2036.
Persian gum 1011.
— lilac 1241.
Persica vulgaris 779, 988.
Persimmonbaum (Öl) 730.
Persimmon, echtes 1568.
— -hölzer **1568**.
— -holz, japanisches 1569.
— -holz, mexikanisches 1270, 1569.
— -holz, schwarzes 1270.
Persio 342.
Persischbeerenlack 377.
Persische Beeren 271.
Persischer Flieder 1241.
Perubalsam **1080**, 1804.
— (Löslichkeit) 1098.
Perückenbaum 899.
Perückenstrauch 263, 856.
— gemeiner 1512.
Perugen 1082.
Perugummi **1017**.
Peruviol 1081.
Pertusaria 1808.
— lactea 1806.
Peruresinotannol 1081.
Peruvian balls 1706.
— slabs 1706.
Pesse 1288.
Petakara 1268.
Petasites officinalis 481, 1901.
— tomentosus 1901.
Petébaum 990.
Petersilie 257, 2038.
Petersiliensamenöl 799.
Pethilanthus tithymaloides 1049.

Petit corossol 1223.
— panacoco de Cayenne 1234.
Petroselinum sativum 257, 799.
Petsut 1212.
Petunia hybrida 254.
Petunidinchlorid 254.
Petuninchlorid 254.
Peucedanin 118, 156.
Peucedanum officinale 155, 156.
— oresolinum 118.
— ostruthium 139, 154, 155, 156.
Peumus albus 851.
— boldus 851.
— ramosus 851.
— rubrus 851.
Peziza aeruginosa 376.
Pezizaceen 1807.
Peziza sclerotiorum 1808.
Pezizicarpus montana 1757.
Pfaffenhütchenbaum **1516**.
Pfahleiche 1350.
Pfees 443.
Pfeffer 36.
— -holz 1617.
— -minzarten 92.
— -minzöl 92.
— -rohr 445, 1209.
— spanischer 52.
— -strauch, peruanischer 1041.
Pfeifenborke 870.
Pfeifengras, europäisches 440.
Pfeilrohr 438.
Pfeilwurz 1976.
Pferdefleichholz 1261, 1275, 1317, 1318, 1319.
Pferdepeitsche 1251.
Pfingstrose 2047.
Pfirsich 2049.
— -baumholz 1408.
— -kerne 77.
— -kernöl 779.
Pflanzendunen 512.
Pflanzenfibrin 194.
Pflanzenleim 193.
Pflanzenseide 518.
— (chem. Verh.) 522.
Pflanzenwachs, javanisches 2016.
Pflaume, gemeine 1407.
Pflaumengummi 1011.
Pflaumenkernöl 780.
Pfriehm 461.
Phaeophycetae (Schleime) 1843.
Phaeophyll 220.
Phaeophytin 313.
Phaeoretin 116.
Phagocytin 198.
Phaja 1228.
Phajus 316.
— grandiflorus 223.
Phalaenopsis grandiflora 1922.
— Schilleriana 1922.
Phaleria Blumei 475.
— capitata 475.
Phalsa 1252.
Pharengala 1521.
Phaselin 193.
Phaseoleae (Farbst.) 226.
Phaseolin 193, 195.
Phaseolunatin 204, 1804.
Phaseolus 1802.
— coccineus 462.
— lunatus 204, 1804.
— mongo 2008.
— multiflorus 206, 1822.
— (Öle) 748.
— radiatus 193, 793.
— -samenöle 775.
— (Stärke) (1959).
— vulgaris 193, 196, 462.
Phaseosaponin 1822.
Phara 1252.
Pharbitis nil 724.
— triloba 724.
Phascomannit 2037.
Pheasant wood 1444.
Phellandren 74, 76, 79, 80, 83, 85, 93, 96, 97, 100, 102, 103.
Phellodendron amurense 1238.
Phellonsäure 1790.
Phenol 90.
— -äther in äther. Ölen 62.
Phenole in äther. Ölen 62.
Phenolglukosidase 204.
Phenoloxydasen 206.
Phenyläthylalkohol 80, 90, 94.
Phenylcumalin 130.
Phenylessigsäure 90.
Phenyljute 566.
Philadelphus coronarius 207.
Philippine lignum vitae 1453.
Philippinen-Ebenhölzer **1565**.
Philippinenholz 351.
Philippinenkiefer 1205.
Philippinenkopal 1073.
Philippinenmahagoni 1254, 1475, 1499, 1532.
Phillyrea latifolia 1271, 1573.
— robusta 1271.
Philothion 208.
Philydraceae (Fas.) 448.
Philydrum lanuginosum 448.
Phleum pratense (Vitam.) 2007.
Phloem 392.
Phloga polystachya 445.
Phloretin 225.
Phlorizin 225.
Phlorogluzin 824.
— (Reaktionen) 826.
Phoebe betazensis 1224.
— indica 1224.
— lanceolata 1224.
Phoebe porphyria 1224.
Phoenicein 224, 371.
Phoenicospermum javanicum 1822.
Phoenin 371.
Phoenix abyssinica 2074.
— dactilifera 442, 774, 1210, 1310, 1806, (2056), 2073, 2104.
— farinifera 442.
— humilis 1956.
— reclinata 442, 649, 1210.
— robusta 442.
— silvestris 442, 931, 1956, 2056, 2102, 2104.
— spinosa 1956, 1210.
Phoma herbarum 527.
Phoradendron spec. 1716.
Phormidium persicinum 220.
Phormium Cookianum 631.
— -faser **628**.
— tenax 450, **628**.
Phosphatese 209.
Phosphorproteide 191, 193.
Phosphozym 2008.
Photosantonine 166.
Photosantonsäuren 166.
Phragmites communis 438, 662, 2061.
— karka 438, 662.
— Roxburghii 438.
Phrynium capitatum 453.
— dichotomum 453, 1958.
Phthisura pyrifolia 1716.
— theobromae 1716.
Phulai 1230.
Phycinsäure 157.
Phycocolla 1852.
Phykochrysin 221.
Phykocyanin 219.
Phykoerythrin 219.
Phykopyrrin 221.
Phyllanthin 157.
Phyllanthus brasiliensis 1822.
— Conami 1822.
— districhus 856, 2050.
— emblica 856, 920, 1243, 1822.
— falcatus 1822.
— Ferdinandii 1454.
— indicus 1243.
— niruri 157.
— piscatorum 1822.
— urinaria 1822.
Phyllin 313.
Phyllocalyx asplenifolia 846, 867.
— -Bitterstoff 157.
— rhomboidalis 846.
— tomentosus 157.
— trichomanoides 846, 867, 1204, 1281.
Phyllospadix Scouleri 436.

Phyllostachys bambusoides 1209.
Phyllostylon brasiliense 1219, 1508.
Phylloxera vastatrix 2067.
Physalin 157.
Physalis alkekengi 157.
Physcianin 341.
Physica stellaris 341.
Physicol 341.
Physocalymma floridum 1439, 1535.
— scaberrimum 1260, 1392, (1439), 1535.
Physochiaena orientalis 1826.
Physodin 157.
Physostigma cylindrospermum 42.
— venenosum 41.
Physostigmin 41, 42.
Physovenin 42.
Phytin 196, 2037, 2055.
Phytochlorin 313.
Phytochymasen 206.
Phytol 313.
Phytolacca abyssinica 1820.
— acinosa 157.
Phytolaccaceae (Bitterst.) 157.
— (Hölzer) 1392.
— (Labenzyme) 207.
— (Saponine) 1820.
Phytolacca decandra 317, 1808.
— dioica 207.
— esculenta 1820.
— mexicana 317.
— -toxin 157.
Phytomelan 1558.
Phytoproteasen 205.
Phytorhodin 313.
Phytosterine 2016, 2018.
Phytostigma venenosa 2018.
Pia 452.
Piaçaba 643.
Piak 1213.
Piassaba 642.
Piassave 642.
Picea alba 866, 1289.
— Alcockiana 1290.
— excelsa 435, 724, 846, 1087, (1206), 1288, 2017.
— hondoënsis 1288.
— morinda 669.
— nigra 1289.
— omorika 1289.
— orientalis 1289.
— -Pimarinsäure 1095.
— -Pimarolsäure 1095.
— -Pimarsäure 1095.
— polita 1289.
— vulgaris 127, 837, 1095.
Pichia 1109.
Picraena excelsa 45, 158, 1463.
— officinalis 1462.
— Velozii 45.
Picramnia camboita 792.
— carpinthera 792.
— Lindeniana 792.
— tariri 792.
Picrasma ailanthoides 163, 157.
— excelsa 45, 158, 163, (1239), 1463.
— quassioides 163.
— Velozii 45.
Picrasmin 45, (1464).
Picrocrocin 362.
Pigafetta elata 444.
— filifera 444.
Pigeon plum 1221.
Pig Hickory 1333.
Pigneoli 724.
Pignons 724.
Pi-ieou 723.
Pikrasmabitterstoff 163.
Pikrasmin 158, 163.
Pikroaconitin 37.
Pikroballota 158.
Pikroerythrin 340.
Pikroglobularin 158.
Pikrolichenin 124, 158.
Pikrolicheninsäure 1806.
Pikropodophyllin 161.
Pikroretin 158.
Pikroroccellin 158.
Pikrotin 159.
Pikrotoxin 158, 159.
Pilang 853.
— -bast 460.
Pilea scripta 458.
— smilacifolia 458.
Pili haemostatici 518.
Pilinußöl 721.
Pilla murda wood 1262.
Pillenbaum 721.
Pillijanin 34.
Pilocarpidin 45.
Pilocarpin 45.
Pilocarpus, diverse 45.
— pennatifolius 45.
— Selloanus 45.
Pilocerus senilis 1808.
Pilong 878.
Pilophora testicularis 774.
Pilosin 45.
Pilu 1271.
Pilzeiweiß 197.
Pilzöle 776.
Pilzsäure 1803.
Pimarinsäure 1095.
Pimarolsäure 1095.
Pimarsäure 109, 1089, 1095.
Pimelea axiflora 475.
— clavata 475.
Pimenta acris 75.
— officinalis 860.
Pimpal 455.
Pimpernußholz **1517**.
Pimpinella 1961.
— anisum 75, 799.
— magna 383.
— saxifraga 159, 383, 1823.
Pimpinellin 159.
Pin 462.
Pina 448, 632.
Pinaceae (Äther. Öl) 73, 79, 97, 99, 128.
— (Bitterst.) 128.
— (Fas.) 435.
— (Gerbst.) 837, 846.
— (Harze) 1032.
— (Hölzer) 1283, 1284, 1288, 1290, 1292, 1294, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1301, 1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1797.
— (Zucker) 2061, 2062.
Pinari 1254.
Pinastrinsäure 1806.
Pin blanc 1205.
— bush 1220.
— cembro 1205.
Pinckneya pubescens 159.
Pinckneyin 159.
Pinc rubber 1751.
Pindaiba 1222.
Pinde Douglas 1284.
Pin de Genève 1205.
— doux 1205.
Pindrautanne 1207.
Pindrowtanne 1207.
Pine apple fibre 632, 634,
Pinen 74, 76, 79, 80, 82, 83, 85, 87, 90, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 107, 1092.
Pine wool 435.
Pingen 793.
Pinguay 1763.
Pinguicula 205, 1804.
Pinguicula vulgaris 208.
Pinguiculatryptase 205.
Pinguinfaser 448.
Pingyat 1407.
Pinha 1223.
Pinheiro 1204.
Pinhoeöl 734.
Pinicortannsäure 838.
Pinie 1205.
Piniensamen 724.
— -öl 724.
Pininsäuren 1091.
Piniolen 724.
Pinit 2037.
Pink cedar 1234.

Pinkoffin 235.
Pinkosknollen **1284**.
Pinléôn 1241.
Pinnilla 634.
Pin noir 1205, 1295.
— oak 1215, 1350, 1359, 1360.
Pino 1204.
— blanco 1203.
— -carveol 79.
Pinocchi 724.
Pino sylvestre 1205.
Pinoresinol 1093.
Pinotöl 774.
Pin parasol 1205.
— pleureux 1205.
— suffin 1205.
Pinus abies 724.
— ajanensis 1206.
— alba 1206.
— Alcockiana 1206.
— australis 142, 1296.
— balsamea 1062.
— bicolor 1206.
— Blanksiana 1205.
— Bonapartea 2061.
— cembra 724, 1087, 1205, 1297.
— contorta 1205, 2061.
— cubensis 98, 1087, 1205.
— densiflora 1206.
— echinata 97, 1205, 1206, 1293.
— excelsa 669, 1205.
— Fraseri 1062.
— Gerardiana 724.
— Glehnii 1206.
— halepensis 97, 127, 846. 863, 866, 1205.
— heterophylla 97, 128, 142, 1293.
— hondoënsis 1206.
— insularis 867, 1205.
— Jeffreyi 1205.
— Khasiana 1087.
— khasya 1206.
— Lambertiana 1205, 1293, 1296, 1298, 2037, 2046, 2061.
— laricio 97, 435, 863, 1087, 1095, 1206, 1295.
— larix 127.
— Ledebourii 99.
— longifolia 97, 669, 1087, 1206.
— maritima 1087, 1095.
— Markusii 1087.
— Mercusii 1797.
— mitis 98, 1206.
— monophylla 725.
— montana 79, 1205, 1295.
— monticula 1205, 1293
— morinda 1206.
Pinus Murrayana 1293.
— nigra 1206.
— orientalis 1087.
— pachyphylla 1205.
— palustris 97, 98, 128, 435, 1087, 1205, 1293, 1296.
— parviflora 1206, 1299.
— picea 724, 1205.
— pinaster 97, 127, 846, 863, 1095.
— ponderosa 1205, 1293.
— pumilio 667.
— resinosa 1087, 1206, 1293, 1296.
— rigida 1293.
— rubra 1206.
— silvestris 80, 98, 99, 435, 724, 837, 863, 1087, 1095, (1206), 1294, 1797, 2017.
— sitkaënsis 1206.
— strobus 1087, (1205), 1293, 1298.
— succinifera 1038.
— taeda 846, 1087, 1205, 1293, 1297.
— Thunbergii 1206.
— verticillata 1300.
— virgensis 1205.
— vulgaris 1095.
Pió 1530.
Pioury 304.
Pipal 470, 1218.
Piper angustifolium 148.
— aromaticum 36.
Piperaceae (Alkaloide) 36.
— (Bitterst.) 129, 148, 154.
Piper cubeba 129.
— betle 894.
Piperidin 36.
— (Alkaloide) 32.
Piperin 36.
Piperiton 79.
Piper jaborandi 154.
— longum 36.
— nigrum 36.
Pi-pi 931.
Pipli 1226.
Piptadenia africana (1231), 1415, 1486, 1487.
— Buchananii 1560.
— cebil 990, 1231.
— Hildebrandtii 1231, 1560
— Kerstingii 1231.
— macrocarpa 2018.
— rigida 1231, 990.
— spec. 1400.
Pipturus argenteus 458.
— incanus 457.
— propinquus 458.
— velutinus 457.
Piquiarana 1256.
Piralahi 1753.
Piratinera guianensis (1218), 1378.
Piripiri 1748.
Pirolaceae (Bitterst.) 124.
— (Farbst.) 317.
Pirus achras 2048.
— amygdaliformis 1227.
— aria 1227.
— aucuparia 781, (1227), 1804, 2048.
— communis 780, 1227, 1405, 2048.
— communis sativa 1405.
— communis silvestris 1405.
— cordata 2048.
— cydonia 780, 1863.
— dasyphylla 2048.
— domestica 1227, 2048.
— glabra 2048.
— malus 780, 1227, 1805, 2048.
— pashia 1227.
— persica 2048.
— pumila 2048.
— scandica 1227.
— sinensis 1227.
— torminalis (1227).
— zumi 1227.
Pisang 1975, 2078.
— -cerylsäure 2020.
— utan 619.
— -wachs 2020.
Piscidia erythrina 159.
Piscidin 159.
Pistachier lentisque 1245.
Pistacia atlantica 959.
— cabulica 1077.
— -gallen 959.
— integerrima 959, 1245.
— khinjuk 959, 1077, 1245.
— lentiscus 148, 283, 715, 856, 898, 902, 906, 959, 1074, 1245.
— mutica 959, 1032.
— terebinthus 906, 959, 1032, 1077, 1245.
— vera 715, 959, 960.
Pistaziengallen 959.
Pistazienöle 715.
Pistolet 1242.
Pisum sativum 34, 193, 207, 775, 1805, 1959.
Pita 603.
— decorojo 446.
— fibre 448.
— floja 447.
— von Oaxaca 633.
Pitayorinde 55.
Pitcairnea chilensis 987.
Pitchpine 1087, (1205), 1293.
— moirée 1297.
Pite 602.

Pithecoctonium echinatum 717.
Pithecolobin 41.
Pithecolobium altissimum 1228
— avaremotemo 852.
— bigeminum 41, 1228, 1822.
— dulce 747, 854, 867, 888.
— fasciculatum 41.
— filicifolium 1228.
— gummiferum 990.
— hymenaeaefolia 990.
— hymenifolium 41.
— lobatum 41.
— moniliferum 41.
— montanum 1228.
— parvifolium 852.
— saman 41.
— tortum 1228.
— unguis-cati 41, 1228.
Pitteria ramentacea 42.
Pitti 246.
Pittosporaceae (Harze) 1082.
— (Hölzer) 1226, 1509, 1511.
— (Öle) 776.
Pittosporum coriaceum 776.
— tenuifolium 1226.
— undulatum 1226, 1511.
Piu 1530.
Piuri 304.
Pi-yu 723.
Placenta amygdalarum 755.
— seminis lini 1881.
Pladera virgata 476.
Plagianthus betulinus 471, 1252.
— pulchellus 470.
— sidoides 471.
Plagiobothrys 246.
Plagiopteron fragrans 1734.
Planhas de cauchos 1706.
Planktondiatomeen (Vitam.) 2008.
Planose 195.
Plantaginaceae (Fas.) 480.
— (Labenzym) 208.
— (Schleime) 1892.
Plantago arenaria 1892.
— asiatica 1896.
— cynops 1892.
— decumbens 1894.
— genevensis 1892.
— indica 1892.
— ispaghula 1894.
— lanata 1894.
— lanceolata 208.
— major 480, 1893, 1896.
— maritima 1893.
— media 480, 1893.
— nitida 1892.
— ovata 1894.
— psyllium 1892.
— ramosa 1892.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
Plantain 1975.
Plantainfibre 618.
Plantainmehl 1975.
Plante 2078.
— à ancre 856.
Plasminsäure 197.
Plasmopora viticola 2067.
Plaso 462.
Platanaceae (Hölzer) 1404, 1227.
— (Zucker) 2064.
Platane, falsche 1521.
— kalifornische 1227.
Platanenholz 1404.
Platanus-Manna 2064.
Platanus occidentalis 669, 1084, (1227), 1404.
— orientalis 51, (1227), 1404, 2064.
— racemosa 1227.
Platanthera bifolia 1896.
Platonia insignis 740, 1257, 1534.
Platymiscium 1237.
Plectaneia elastica 1757.
— microphylla 1757.
Plectocomia spec. 444.
Plectranthus rotundifolius 1961.
— tuberosus 1961.
Plectridium pectinovorum 535.
Plectronia didyma 1508, 1277.
Plocaria candida 1849.
— helminthochorton 1857.
Ploesslea floribunda 1040, 1097.
Plomos 1825.
Ploso 462.
Plossobaum 226, 1237.
Plumbagin 160.
Plumbaginaceae (Bitterst.) 160.
— (Gerbst.) 861.
Plumbago europaea 160, 861.
Plumiera acutifolia 113, 160, 1757.
— alba 1386, 1387.
— articulata 1272.
— drastica 1748.
— lancifolia 113, 114.
Plumierid 113, 160.
— -säure 160.
Plusia gamma 527.
Poa caespitosa 440.
Poa-Gaban 351.
Pochotteöl 720.
Pockenwurzel 1819.
Pockholz **1449**.
— echtes 1449.
— -ersatz **1453**.
Pocockia 42.
Podocarpus alpina 1203.
— augustifolia 1203.
— cupressina 1203.
Podocarpus dacrydioides 1203.
— elongata 845, 1203.
— falcata 1203.
— ferruginea 1203.
— Lamberti 1203.
— latifolia 1203.
— macrophylla 1203, 1280.
— Manii 1203.
— Milanjiana 1203.
— nageia 1203.
— neriifolia 1203.
— spicata 1203, 1281.
— Thunbergii 845, 1203.
— totara 1203, 1280.
Podonephelium Deplanchei 1249.
Podophyllin 160.
— -säure 161.
Podophylloquercetin 161.
Podophylloresin 161.
Podophyllotoxin 161.
Podophyllum 36.
— emodi 161, 270.
— peltatum 161, 270.
Poelérinde 50.
Poeloetan 466.
Poeroen 441.
— -matten 441.
Poespa 858.
Poestaha 464.
Pogaöl 778.
Poga oleosa 778.
Pogonopus febrifugus 150.
Pogostemon Heyneanus 91.
— patchouli 91.
Pohutikawa 1264.
Poi 457.
Poinciana elata 854.
— spinosa 931.
Poirier de la Martinique 1275.
Pois d'Angole 463.
Poison oak 856.
Poivrier d'Ethiopie 1223.
Pokaka 857.
Pola 1252.
Polecatholz 1308.
Polisandro 1232.
Polo blanco 1267.
— piojo 1235.
Polsterfichte 1290.
Polyalthia cerasoides 1222.
— hypoleuca 459.
— longifolia 459, 1222.
— simiorum 1222.
— subcordata 1222.
— suberosa 1222.
Polyamylosen 1941.
Polychroit 363.
Polygala amara 161, 162, 1823, 2037.
— -Bitterstoff 161.
— bracteolata 317.

Polygala butyracea 463, 776.
Polygalaceae (Bitterst.) 161, 162.
— (Farbst.) 318.
— (Fas.) 463.
— (Fette) 776.
— (Hölzer) 1243.
— (Saponine) 1823.
— (Zucker) 2064.
Polygala javana 318.
— -säure 1823.
— senega 777, 1823.
— tinctoria 316, 318.
— venenosa 1823.
Polygalin 162.
Polygalit 2037.
Polygamarin 162.
Polygalysat 1823.
Polygonaceae (Bitterst.) 116.
— (Farbst.) 239, 240, 241, 267, 317.
— (Gerbst.) 835, 839, 850, 888, 889, 909.
— (Hölzer) 1221, 1389.
— (Stärke) 1959.
— (Wachse) 2020.
— (Zucker) 2047, 2062.
Polygonatum multiflorum 451.
Polygonin 241.
Polygonum amphibium 850.
— aviculare 850.
— barbatum 316.
— bistorta 850.
— cuspidatum 241.
— fagopyrum 269, 317, (1959).
— serratum 850.
— tinctorium 316, 319, 320.
Polyosen 2038.
Polyphragmon sericeum 480.
Polypodiaceae (Bitterst.) 134, 155.
— (Fas.) 434.
— (Gerbst.) 845.
— (Stärke) 1953.
Polypodium indivisum 1807.
— lycopodioides 845.
— semipinnatum 1807.
— vulgare 845, 1807.
Polyporaceae (Bitterst.) 144.
— (Fas.) 434.
Polyporus igniarius 1803.
— officinalis 113, 144, 1803.
— ovinus 197.
— pinicola 1798.
— squamosus 208.
Polysaccharasen 201.
Polysaccharide 2038.
Polyscias nodosa 1266, 1823.
Polysiphonia sp. 434.
Polytrichum commune 1818.
Polyxanderholz 1437.
Polyzima 202.
Pomaceae (org. Säuren) 1804.
Poma d'Adaeo 1268.
Pomaderris apetala 1250.
Pomeranze 2083.
— myrtenblütige 2083.
Pomeranzenbaum 45, 93.
Pomeranzenschalen 118.
— -öl, süßes 93.
Pometia pinnata 1249.
Pommes du cayor 780.
Pomoideae (Gerbst.) 852.
— (Hölzer) 1227.
— (Zucker) 2048.
Pompelmus 2084.
Ponceau-laque 381.
Pongamia-Bitterstoff 162.
Pongamia glabra 162, 748, 1237.
Pongamöl 748.
Ponponla 1253.
Pontederiaceae (Fas.) 448.
Pontianak 1745.
— -kopal 1073.
Pooah 457.
Poor pine 1205.
Poose 1254.
Popal 1210.
Poplar 1211, 1324.
— box 1511.
Popó 1254.
Popple 1325.
Popp tree 1326.
Poppy seed oil 757.
Populus alba 454, 667, (1211), 1322.
— angustifolia 1326.
— atheniensis 1325.
— australis 1325.
— balsamifera 125, 256, 1211, 1323, 1326.
— benzoifera 1325.
— canadensis 453, 847, 1211, 1323, 1326.
— ciliata 454, 669, 1325.
— deltoidea 453, 1326.
— dilatata 1324.
— euphratica 1211.
— fastigiata 1324.
— flexilis 1324.
— graeca 1325.
— grandidentata 1211, 1324.
— italica 1324.
— laevigata 1323.
— latifolia 1323.
— major 1322.
— marylandica 1323.
— monilifera 256, 453, 1211, 1323, 1326.
— nigra 125, 256, 453, 454, 847, (1211), 1323, 1324.
— nigra italica 1324.
— nivea 1322.
Populus pyramidalis 125, 256, 847, 1211, 1324.
— pyramidata 1324.
— Sieboldii 1211.
— tacamahaca 1323.
— tremula 129, 453, 847, (1211), 1325.
— tremulaeformis 1325.
— tremuloides 454, 1211, 1325.
— trepida 1325.
— trichocarpa 453, 1211, 1326.
— virginiana 1323.
— viridis 1324.
Porkupine 1310.
— -holz 1210.
Porkupinienholz 1310.
Porlieria angustifolia 1238, 1454.
— hygrometrica 1238.
— Lorentzii 1238, 1454.
Porphyra laciniata 1856.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— tenera 1856.
— vulgaris 197.
Porphyria laciniata 1846.
Porphyrin 50.
Porphyroglossum japonicum 1852.
Portia tree 1253.
Portland-Sago 1956.
Porto Platamahagoni 1474.
Port Orford cedar 1306.
Portorikopockholz 1453.
Portulacaceae (Saponine) 1820.
Poruwamara 1563.
Posidonia australis 436, **647**.
— Caulini 436.
— -faser **647**.
— oceanica 436, 648.
Posoqueria latifolia 1276.
Possum oak 1354.
— wood 1568.
Post oak 1215, 1347, 1350.
Potamogetonaceae (Fas.) 436.
Potean 1275.
Potentilla canadensis 852.
— silvestris 383.
— tormentilla 383, 852, 909.
Poterium sanguisorba 852.
Pothos hermaphroditus 447.
— violaceus 447.
Pourouma acuminata 1219.
— bicolor 1219.
— tomentosa 1219.
Pourpre française 342.
Pourretia coarctata 448, 987.
— lanuginosa 987.
— leguminosa 1013.
Pourthiaea villosa 1227.
Pouteria Cainito 1824.
Pouzolzia hypoleuca 458.
— indica 458.

Pouzolzia occidentalis 458.
— pentandra 458.
— viminea 458.
Powhiwhi 1252.
Pradiosa lactescens 137, 861, 1807, 1824.
Pratensol 270.
Pratol 270.
Praxiodendron usambarense 1225.
Premna foetida 479.
— tomentosa 1274.
— Zenkeri 1274.
Preißelbeere 253, 1804, 2053.
— amerikan. 154.
Preißelbeersamenöl 733.
Preßhefe 1119.
Preßhonig 2058.
Preßkorke 1797.
Prevesa 913.
— camattina 916.
— -valonea 916.
Prickly ash 1375, 1460.
— burr 1213.
Prickwood 1516.
Primaveraholz **1482**.
Prime sap gum 1404.
Primulaceae (Farbst.) 256.
— (Saponine) 1820.
Primula columnae 1820.
Primulae 2036.
Primula elatior 1820.
— japonica 256.
— officinalis 1820.
— pulverulenta 256.
Primulatum fluidum 1820.
Primula veris 1820.
Primulinsäure 1820.
Primulysat 1820.
Prince-wood 1273.
Pringlea 2006.
Pringlea antiscorbutica 2003.
Prinos-Bitterstoff 162.
— verticillatus 162.
Prionium palmita 449.
Prodigiosin 223.
Progressomahagoni 1478.
Prolamine 193.
Promonta 2008.
Propenylphenolmethyläther 75.
Prosopis alba 1231.
— algarobilla 928.
— cumanensis 990.
— dubia 1822.
— dulcis 990.
— glandulosa 990.
— -gummi 1010.
— horrida 990.
— inermis 990.
— juliflora 854, 990, 1010, 1231.
— microphylla 990.
Prosopis nigra 1231.
— oblonga 1231.
— panta 1231.
— pubescens 460, 990.
— spicigera 460, 1231.
Protamine 190.
Protea abyssinica 1219.
Proteaceae (Bitterst.) 145.
— (Farbst.) 230.
— (Gerbst.) 849, 885.
— (Hölzer) 1219, 1318, 1380, 1392.
Proteacin 145.
Protea grandiflora 849, 885, 1219.
— mellifera 849, 850, 858, 1219.
Proteasen 205.
Protea speciosa 850.
Proteide 191.
Proteosen 191.
Protium altissimum 1239.
— Aracouchini 1040.
— carauna 1040.
— guayanense 1040.
— heptaphyllum 740, 1040.
Protococcus vulgaris 157.
Protocurarin 49.
Protocuridin 49.
Protocurin 49.
Protokatechusäure 822.
Protokosin 143.
Protopin 39, 40, 41.
Protoveratridin 35.
Protoveratrin 35.
Pruche 846.
Prugnolo 1227.
Prunaceae (Enzyme) 204.
— (organ. Säuren) 1804.
Prunase 204.
Prunasin 1804.
Pruneae (Äth. Öl) 77.
Prunellier 1227.
Prunetin 271.
Prunetol 271.
Prunicyaninchlorid 253.
Prunitrin 271.
Prunoideae (Gummi) 988, **1010**.
— (Hölzer) 1227.
— (Zucker) 2049.
Prunus amygdalus 77, 754, 780, 1228, 1408.
— armeniaca 77, 716, 988, 1228, 1408.
— avium 253, 988, 1803, 1227, 1408, 1804.
— cerasus 780, 988, 1228, 1803, 1805.
— domestica 780, 988, (1227), 1407, 1802, 1803.
— emarginata 271.
— Holstii 1228.
Prunus insititia 1228.
— laurocerasus 204, 780.
— mahaleb 1228, 1806.
— occidentalis 1228.
— padus 204, (1228), 1409.
— persica 779, 852, 988, 1228, 1408, 2049.
— pseudocerasus 1227.
— puddum 988, 1011, 1228.
— serotina 204, 271, 1228, 1409, 2020.
— Shiuri 1410.
— sphaerocarpa 1228.
— spinosa 253, 268, 852, 1227, 1803, 2021.
— spinulosa 1228.
— virginia 271.
Psalliota campestris 197, 1803, 2006.
Pseudoaconitin 37.
Pseudoalkanna 244.
Pseudocedrela (1469).
— -Arten 1492.
— cylindrica 1499.
— Kotschyi 1241.
Pseudocinchona africana 56.
Pseudoconhydrin 48.
Pseudoephedrin 34.
Pseudohyoscyamin 50.
Pseudoindikanpflanzen 317.
Pseudoinulin 2045.
Pseudojervin 35.
Pseudolarix Kaempferi 1204.
Pseudomastix 993.
Pseudomorphin 39.
Pseudopelletierin 48.
Pseudophoenix vinifera 1819.
Pseudopunicin 48.
Pseudopurpurin 234.
Pseudosaccharomyces 1109.
Pseudostachyum polymorphum 440.
Pseudotsuga Douglasii 846, (1206), 1284.
— Douglasii (Gerbst.) 838.
— Douglasii (Gerbstoffgeh. d. Rinde) 838.
— glauca 1286.
— japonica 1206, 1285.
— macrocarpa 1206, 1286.
— mucronata 1062.
— taxifolia 1062.
Psidium guajach 761.
— guajava 859, 1263, 2052.
— guave 761.
— pomiferum 761, 859.
— pyriferum 761.
Psoralea Archeri 461.
— corylifera 747.
— patens 461.
Psoromsäure 1806.

Psychotria emetica 55.
— ipecacuanha 55, 863, 1825.
— mapouria 480.
— nitida 480.
— scabra 55.
— tomentosa 55.
Psychotrin 55.
Psylla eucalypti 2064.
Ptaeroxylon obliquum 1240, 1485, 1488.
— utile 1240.
Ptarmica moschata 140.
Pteridium aquilinum 1953.
Pterocarpin 162, 349.
Pterocarpus angolensis 350, 1430.
— Bussei 889, 891.
— chrysotrix 1237.
— dalbergioides 1236, 1499.
— draco 385, 855, 890, 1044, 1045.
— erinaceus 350, 855, 888, 889, 1236, 1430, 1431, 1536, 1583.
— esculentus 350, 1430, 1434.
— flavus 338.
— indicus 347, 1236, 1435, 1475, 1499, 1539.
— -kino 855, 890.
— macrocarpus 1236, 1435.
— marsupium 855, 888, 890, 1236.
— santalinoides 350, (1236), 1430.
— sentalinus 162, 224, 347, (1236), 1386, (1425), 1428.
— Soyauxii 350, 1237, 1430, 1431.
— suberosus 1798.
— tinctorius 1386, 1428.
— Vidalianus 867.
Pterocarya caucasica 1212, 1327.
— fraxinifolia 1327, 1330.
— rhoifolia 1212, 1327, 1330.
Pterocymbium tinctorium 1254.
Pterolobium lacerans 854.
Pterospermum acerifolium 1254.
— diversifolium 1253.
— lancaefolium 1254.
— suberifolium 1254.
Ptychotis ajowan 799.
Pua 457.
Puamanüsse 773.
Puarata 1264.
Puca siringa 1726.
Puccinia malvacearum 1887.
Pueraria phaseloides 462.
— novo-guineensis 462.
— Thunbergiana 462, 1960.
Puffbohnenöl 775.
Puget sun pine 1284.
Pukatea 39.
Pukatein 39.
Pulas 226, 567.
— fibra 463.
Pulpa tamarindorum 2049.
Pulque 602, 2056, 2057.
Pulu 434.
— amamau 434.
— -faser 518.
Pulverholz 1525.
Pulvinsäure 1806.
Pulleywood 1233.
Pumelo 2084.
Pumilon 79.
Punea Artnas 1480.
Punicaceae (Alkaloide) 48.
— (Bitterst.) 136.
— (Gerbst.) 832, 858.
— (Hölzer) 1261.
— (Zucker) 2052.
Punica granatum 48, 136, 752, 832, 858, 1261, 2052.
Punicin 48.
Punk oak 1354.
Punkwa-Mahagoni 1486.
Purgierkernöl 735.
Purgiernußöl 733.
Purgierwegdorn 275.
Purging cassia 1233.
Purginsäure 1059, 2033.
Puribaum 462.
Purin 47.
— (Alkaloide) 32.
Puririfarbstoff 257.
Puririholz 257, 1274.
Purperhart 1419.
Purple law 1426.
Purpur, französ. 342, 379.
— -holz 224, 371, **1419**.
— -hout 1437.
Purpurin 234, 237.
— -carbonsäure 234.
Purpurlack 378.
Purpuroxanthin 234, 237.
— -carbonsäure 234, 237.
Purpurweide 875, 1212.
Purrea arabica 304.
Purree 304.
Purrenon 306.
Purron 306.
Purshia-Bitterstoff 162.
Purshia tridentata 162, 852.
Purtomahagoni 1478.
Puruni 457.
Putchaw 457.
Putjung 1259.
Putranjiva Roxburghii 1243.
Puwak 1210.
Puya chilensis 987, 1013.
— coarctata 448, 987, 1013.
— lanata 987, 1014.
Puya lanuginosa 987, 1014.
— leguminosa 1013.
— suberosa 987, 1013.
— tuberculata 988, 1014.
Pycnanthus kombo 761, (1223), 1396.
— microcephala 761.
Pyengaduholz 1231.
Pyingado 1231.
Pyinma 1260.
Pyitá 1263.
Pynkado 1232, 1420.
Pyramidenpappel 1211, 1324.
Pyrenaria serrata 1823.
Pyrenolichenes (Bitterst.) 173.
Pyrethrin 162.
Pyrethrosin 163.
Pyridin (Alkaloide) 31.
Pyrindol (Alkaloide) 33.
Pyrogallol 823.
— (Reaktionen) 826.
Pyrokatechingerbstoffe 833.
Pyrolichenes (Bitterst.) 158.
Pyrondicarbonsäure 1805.
Pyrrolidin 48.
— (Alkaloide) 31.
Pythagorean bean 459.

Q

Quadro 439.
Quajacan 854.
Quaking aspen 1324, 1325.
Qualea coerulea 1243.
Quandong 1220, 1380.
Quapinole 1232.
Quarana 46.
Quassia amara 158, 163, (1239), 1462.
— gabonensis 744.
— -holz, echtes **1462**.
— -holz von Jamaika **1463**.
— simaruba 168, 855, 1462.
Quassiin 163, (1464).
Quassin 163.
Quassit 163.
Quatta pana 928.
Quebec oak 1347.
Quebrachamin 50.
Quebrachia balansae 1513.
— colorado 1246.
— Lorentzii 46, 308, 857, 1246, 1513.
— Morongii 1246.
Quebrachillo 1220.
Quebrachin 50.
Quebrachit 2037.
Quebracho 836, 857.
— blanco 862.
— Chaqueño 836.
— colorado 893, 1513.
— -holz 308, 1246, 1248.
— -holz (Gerbst.) 893.

Quebracho-holz (Gerbstoffgehalt) 819, 836.
— -holz, rotes **1513**.
— -rinde 862, 2037.
— -rinde, weiße 49.
— rubio 1513.
Queckenwurzel 2045.
Queensland hemp 584.
— -Mimosarinde 878.
— nut 1220.
Queen wood 1231.
Quenette 1248.
Quercit 2046.
Quercus acroglandis 1362.
— acuminata 1346, 1347, 1350.
— acuta 1216, 1362.
— aegilops 308, 912, 913, 950, 1356.
— agrifolia 730, 1362.
— alba 848, 1214, 1346.
— alba minor 1350.
— aquatica 848, 1354, 1357.
— aquatica laurifolia 1357.
— berberidifolia 1362.
— bicolor 848, 1214, 1347, 1349.
— bicolor platanoides 1347.
— Brantii 912.
— brevifolia 1354.
— californica 1358.
— castanea 848, 875, 1350.
— castaneifolia 1216.
— catesbaei 1355.
— cerris 848, 869, 913, 950, 955, 956, (1214), 1215, 1356.
— chrysolepis 1215, 1362.
— cinerea 265, 848.
— citrina 265, 848.
— coccifera 382, 848, 873, 913, (1214).
— coccinea 848, 875, 1215, 1359.
— coccinea rubra 1360.
— coccinea tinctoria 1361.
— conferta 953, (1214), 1347.
— crassipocula 1362.
— crinita 1356.
— crispula 1346, 1366.
— cuneata 1355.
— cuneata Ludsonica 1355.
— densiflora 1343.
— dentata 1346.
— digitata 264, 1355.
— dilatata 1215.
— discolor 264, 1361.
— Douglasii 1363.
— Drummondii 1350.
— Ehrenbergii 912.
— esculus 1356.
— Euroyi 2046.
— falcata 848, 875.
— falcata triloba 1355.
Quercus Farnetto 1347.
— fastigiata 956.
— femina 1351.
— fenestrata 1215.
— Fontanesii 1794.
— frondosa 1356.
— fructipendula 1351.
— fulvescens 1362.
— Garryana 1214, 1348.
— Gilbertii 1348.
— glandulifera 1346, 1366.
— glauca 1215.
— graeca 912, 913.
— gramuntia 1363.
— Griffithii 1215.
— grosseserata 1216.
— Hindsiana 1348.
— hungarica (1214), 1347.
— iberica 1347.
— ilex 848, 874, 955, (1214), 1215, 1363, 1794.
— ilex var. suber 1363.
— imbricaria 1215, 1356.
— incana 1215.
— inducta 848.
— infectoria 848, 950, 2046.
— ithaburensis 912, (1214).
— javensis 848.
— Kelloggii 1358.
— lamellosa 1216.
— lanceaefolia 1216.
— lanuginosa (1214).
— laurifolia 1356, 1357.
— lobata 848, 1214, 1348.
— longiglanda 1348.
— look Kotschy (1214).
— lusitanica 950, 953, (1214).
— lyrata 848, 1214, 1347, 1349.
— macranthera 1346.
— macrocarpa 1214, 1346, 1347.
macrolepis 848, 912, 913.
— marilandica 1357, 1361.
— Michauxii 1214, 1347, 1349.
— minor 1347, 1350.
— Mirbeckii 849, 874.
— montana 848.
— Muehlenbergii 1214, 1350.
— myrsinaefolia 1216.
— nigra 265, 848, 1354, 1357, 1361.
— nigra digitata 1355.
numidica 1794.
— oblongifolia 1215.
— obtusiloba 1214, 1350.
— occidentalis 848, 1794.
— Oerstediana 1348.
— oleoides 1364.
— oophera 912, 913.
— oxyadenia 730, 1362.
— pachyphylla 1216.
Quercus palustris 1215, 1359.
— pannonica 1347.
— Parryana 1348.
— pedunculata 833, 848, 868, 955, 957, (1214), 1351, 1958, 2046.
— pedunculiflora 1351.
— persica 912, 2046, 2061.
— phellos 848, 1315, 1357.
— phellos imbricaria 1356.
— phellos laurifolia 1357.
— phellos silvatica 1357.
phellos var. 1364.
— platanoides 1347.
— pontica 1346.
— prinoides 1346.
— prinus 848, 875, 1215, 1347. 1352.
— prinus acuminata 1350.
prinus bicolor 1347.
— prinus discolor 1347.
— prinus Michauxii 1349.
— prinus palustris 1349.
— prinus tomentosa 1347.
— pruinosa 848.
— pseudocerris 913.
— pseudosuber 848, 874, 1364, 1794.
— pubescens 848, 869, 950, 955, 956, (1214), 1353.
— pyrami 912.
— racemosa 1351.
— robur 164, 830, 955, 956, 1351, 1353, 1958.
— robur lanuginosa 1353.
— roburoides 1353.
— robur pedunculata 1351.
— robur sessilis 1353.
— rubra 848, 875, 956, 1215, 1359, 1360, 1361.
— rubra dissecta 1359.
— rubra ramosissima 1359.
— salicifolia 1357.
— -säure 833.
— semecarpifolia 1216.
— sempervirens 1364.
— serrata 1216.
— sessiliflora 848, 868, 950, 953, 955, 956, 957, (1214), 2046, 1353, 1958.
— sessiliflora pubescens 1353.
— sessilis 1353.
— silva 1216.
— sono mensis 1358.
— spec. 867.
— spicata 1216.
— stellata 1346, 1350, 1363.
— suber 848, 874, (1214), **1794**,
— suber var. latifolia 1794.
— tauricola 953, 2047.
— texana 1215, 1361.

Quercus tinctoria 264, 948, 953, 1361, 2033.
— tinctoria californica 1358.
— Tournefortii 913.
— tozae 849, 874.
— trifida 264.
— triloba 1355.
— uliginosa 1354.
— Ungeri 912, 913.
— vallonea 848, 912, 913, 2046, 2061.
— variabilis 1354.
— velutina 1215, 1359, 1361.
— vibrayeana 1216.
— villosa 1350.
— virens 848, 1215, 1364.
— virginiana 1364.
— Wutaishanica 1346.
— Wisliceni 1364.
Quercetagetin 164.
Quercetin, industrielles 264.
Quercin 164.
Quercinit 2037.
Quercit 2036.
Quercitrone 264.
Quercitron oak 1361.
Queriche 874, 1363.
Querzetagetin 287.
Querzetin 252, 264, 269, 270, 271, 273, 275, 278, 370.
Querzetinmethyläther 270.
Querzimeritrin 285.
Querzitrin 264.
Querzitron 264.
— -gelb 377.
— -lack 377.
— -rinde 264, 848.
Quibaba da Queta 1241.
— da Queta-Mahagoni 1486, 1487.
— de Mussangue-Mahagoni 1486.
— de Mussengue 1240, 1495.
Quieba do Mangue 467.
Quiebra-hacha 1248.
Quillaja Molinae 1821.
— -rinde 1808.
— saponaria 852, 1821.
— -säure 1821.
— smegadermos 852, 988.
Quillat 914.
Quillay 1233.
Quills 101.
Quilot 620.
Quina Morada 150.
Quinoasäure 1819.
Quinquina de Cayenne 1463.
Quiquisque 1971.
Quitte 2048.
Quittensamenöl 780.
Quittensamen (Schleime) 1863.
Quizarrá 1224.

R

Rabbit brushes 1762.
Rabdista 913.
Rabelaisia philippensis 45.
— -rinde 45.
Rabo macao 1237.
Radbar 1275.
Radix Aconitii 37.
— Acori vulgaris 846.
Alcannae electa 245.
— Alcannae spuria 244.
Alcannae vera 243.
— Althaeae 1884.
— Asphodeli 1018.
— Bardanae 2055.
— Bismalvae 1884.
— Chinae nodosae 1819.
Chinae orientalis 1819.
— Chinae ponderosae 1819.
— Coptis trifoliae 36.
— Galangae majoris 262.
Galangae minoris 262.
— Gelsemii 49.
— Gentianae 307.
— Hibisci 1884.
— Indica Lopeziana 338.
— Ipecacuanhae 55.
— Ixina 909.
Malvavisci 1884.
— Morreniae brachystephanae 50.
— Paeoniae peregrinae 2047.
— Pereirae bravae 38.
— Pimpinella 1034.
— Rhei moscovitici 239.
— Rhei rhapontici 240.
Rhei sinensis 239.
— Rubiae tinctorum 232.
— Salep 1896, 1897.
Saponariae albae 1820.
— Saponariae rubrae 258, 1820.
— Sarsaparillae 1819.
— Scopoliae japonicae 52.
— Senegae 1823.
— Taraxaci cum herba 2055.
Raffiabast **636**.
Raffinase 202, 1115.
Raffinose 2041.
Ragihirse 437.
Rahira 1275.
Rai bhenda 586.
Raicilla 447.
Raidelrinde 872.
Rainweide, gemeine 1575.
Rainweidenholz **1575**.
Raitelrinde 872.
Raiz del India 909.
— del Indio 850.
— de Zakaton 439.
Rajemahl 478.
Raktapita 246.
Ramafiber 468.
Ramalina pollinaria 339, 342.
Ramalsäure 339.
Ramboeng 1710.
Ramboetan 1249.
Rambutantalg 784.
Rameh 567.
Râmeta 600.
Rametabast 600.
Ramie **566**.
— Feinfaser 571.
— Feuchtigkeitsgehalt 573.
— Geschichtliches 567.
— Gewinnung 568.
— Kultur 568.
— Morphologie 569.
— Rohfaser 571.
— Statistik 568.
— Verwendung 573.
Ramium majus 457.
Ramon 1217.
Ramonillo 1217.
Randia aculeata 863.
— dumetorum 1276, 1825.
— -saponin 1825.
— -säure 1825.
Rangoon 1581.
— -bohne 204, 1804.
— -Kautschuk 1758.
Ran Limbu 1239.
Ranne 2107.
Ranshe-wra 461.
Ranunculaceae (Alkaloide) 36
— (Bitterst.) 125, 147, 152.
— (Farbst.) 262, 277, 337.
— (Labenzyme) 207.
— (Öle) 777.
— (Saponine) 1821.
— (Zucker) 2047.
Rapa 2107.
Raphanistrum lampsana 725.
— sativus 726.
— silvestre 726.
Raphanus raphanistrum 725.
Raphiabast **636**.
— -faser **636**.
— monbuttorum 444, 638.
— pedunculata 444, 636, 1955, 2020, 2056.
— ruffia 444, 636, 1955, 2020.
— taedigera 444.
— tamatavensis 444, **636**.
— venifera 444, 636, 642 1310, 2056.
— -wachs 2020.
Raphidenschleim 1837.
Raphidophyllum hystrix 442.
Raphionacme utilis 1761.
Raphiostemma ciliatum 478.
Raphis flabelliformis 446.
Rapöl 782.
Raps 195.
Raraksaponin 1825.

Raspberry jam wood 1230.
Rataholz 1264.
Ratanhiawurzel 854, 909.
— -gerbstoff 840.
Rataroa 629.
Ratta 1959.
Rattan cane 1210.
Rattang 445.
Râu bhend 591.
Rauchhonig 2058.
Rauhbirke 1337.
— -rinde 872.
Rauliholz **1618**.
Rauwolfia inebrians 1273.
— reflexa 477.
— spectabilis 1757.
Ravenala madagascariensis 452, 1211.
Ravin-ala 452.
Ravisonöl 726.
Ray 1957.
Raygras, italienisches 2056.
Real yellow wood 1203.
Rebhuhnholz **1443**.
Reblaus 2067.
Reboiled guttapercha 1738.
Reck 988.
Red ash 1220.
— Australian cedar 1470.
— bean 1242, 1470.
— beech 1343.
— birch 1214.
— box 1511.
— bud 1233.
— cedar 1208, 1234, 1239, 1307, 1379, 1499, 1470, 1501.
— cedar of the West 1305.
— cotton tree 1253.
— cypress 1300.
— Dura 352.
— elm 1216, 1371.
— els 1226.
— Elzenhout 1226.
— fir 1207, 1284.
— gum 889, 1327, 1403, 1549.
— gum saps 1404.
— gum tree 1265.
— heart 1242.
— ironwood 1250.
— juniper 1307.
— Lauan-Mahagoni 1475.
— mahogany 1501.
— mahogany eucalypt 1265.
— mangrove 1261.
— maple 1247, 1522.
— milkwood 1269.
— mulberry 1217.
— -Narra-Mahagoni 1475.
— oak 1215, 1332, 1353, 1355, 1359, 1360, 1361.
Redou 904.
Redoul 283, 899, 903.
Red Padauk 1435.
— pine 1206, 1284, 1293, 1296.
— sanders 1425.
— sanderswood 347, 1425.
— sorrel 287, 468.
— spruce 1206.
— stinkwood 1219.
— stringy bark 269, 1265.
Reduktasen 208.
Red water tree 1231.
— wood 288, 1230, 1238, 1255, 1301, 1414, 1474.
— wood de Coromandel 1241.
— wood of Nicaragua 1425.
Reed grass 438.
Regenbäume 2057.
Reiabo 1753.
Reifholz 1131.
Reinhefe 1114.
Reinwardtia indica 463.
Reis 193, 440.
— -besen 439.
— -bier 202.
— -eiweiß 195.
— -kleie 1808.
— -melde 1819.
— -öl 777.
— -papier, chines. 673.
— -stärke 1923, (1955), **1965**.
— -stärke, Analyse 1962.
— -stärke, opt. Dreh. 1931.
— -strohfaser 663.
— (Vitam.) 2006.
— -wurzel, italienische 439.
— -wurzel, mexikanische 439.
Rejections 562.
Reman 461.
Remgasz 1245, 1511.
Remija pedunculata 55.
— Purdieana 55.
Renegrida 379.
Reng 244.
Renghas 1245, 1511.
— -holz **1511**.
Renntierflechte **1904**.
Repsöl 782.
Resak 1259.
Resedaceae (Farbst.) 259.
— (Öle) 777.
Reseda luteola 259, 777.
— -samenöl 778.
Resene 1027.
Resenharze 1027.
Resen-Retine 1027.
Resina Acoroïdis 1029.
— Draconis 385, 1044.
— de Mammey 1058.
— de Paraman 1058.
— Elemi 1045.
— Labdanum 1041.
— Laccae 384.
Resina Ladanum 1041.
— Ocuje 1086.
— Pini 1093.
— Sandaraca 1082.
— Thapsiae 1095.
— Tolutana 1096.
Résine mani en pairs 1058.
Resinharze 1027.
Resinoide 160.
Resinole 1027.
Resinol-Retine 1027.
Resino-Resinole 1027.
Resinosäuren 1027.
Resinosäure-Retine 1027.
Resinotannole 1027.
Resinotannol-Retine 1027.
Resin-Retine 1027.
Resinum guajaci 1051.
Resoflavin 310.
Resorzin 825.
— (Reaktionen) 826.
Restionaceae (Fas.) 447.
Retama 1238, 1456.
— monosperma 248.
— sphaerocarpa 43.
Retamin 43.
Retamo 1238, 1456.
Retanilla ephedra 126.
— obcordata 126.
Retin 1027.
Retinodendron rassak 1043.
Réunion-Geraniumöl 80.
Réunionöl 80.
Rewa-Rewa 1220.
Reynosia latifolia 1250.
Rhabarber 239, 1803, 1808.
— -gelb 240.
— -katechin 835.
Rhabarberon 240.
Rhabarber (Vitam.) 2007.
— -wurzel 116.
Rhabdothamnus Solandri 862.
Rhamnaceae (Bitterst.) 118, 121, 126, 127.
— (Farbst.) 241, 246, 275, 465.
— (Gerbst.) 857.
— (Hölzer) 1250, 1524, 1525.
— (Öle) 778.
— (Saponine) 1823.
— (Wachse) 2021.
— (Zucker) 2050.
Rhamnazin 273.
Rhamnetin 273, 275.
Rhamninase 274.
Rhamninose 274.
Rhamninotriose 2041.
Rhamniose 2041.
Rhamnochrysin 275.
Rhamno-Emodin 275.
Rhamnol 2021.
Rhamnolutin 275.
Rhamnoneuron balansae 475

Rhamnonigrin 275.
Rhamnose 2033.
Rhamnosterin 2021.
Rhamnotoxin 241.
Rhamnotrionsäure 2041.
Rhamnoxanthin 241.
Rhamnozitrin 275.
Rhamnus alaternus 272.
— alpinus 273.
— amygdalinus 273.
cathartica 271, 275, 371, 778, (1250), 1524, 2021.
— chlorophorus 273, 371.
- dahuricus 371.
— erectus 273.
frangula 118, 241, 273, (1250), 1525.
— graecus 272.
— humilis 273.
· infectorius 272, 371, 2033, 2041.
— oleoides 272, 273.
— pumilis 273.
— Purshiana 121, 2021.
— saxatilis 272, 371.
— tinctorius 371, 2033, 2041.
— utilis 371.
Rhapontikwurzel 240, 275.
Rhea 567.
Rheadin 39, 40.
Rheïn 222, 240, 241.
Rheinolsäure 240.
Rheogerbsäure 910.
Rheol 1117.
Rheum 222.
— -arten 1803.
— compactum 240.
– emodi 240.
— moorcroftinarum 240
· officinale 116, 239, 835, 1803, 1804.
— palmatum 116, 239.
– · rhaponticum 240.
- spec. 850.
· tanguticum 239.
· undulatum 240, 1804.
Rhicinodendron africanus 1483, 1488.
— Heudelotii 1483, 1488.
Rhin 1215.
Rhinakanthin 164.
Rhinantus crista galli 317.
Rhinocarpus excelsa 464.
Rhiziphoraceae (Hölzer) 1318.
Rhizobulus butyrosa 722.
Rhizocarpon geographicum 1807.
Rhizoma Curcumae 226
Galangae off. 262.
— Hydrastis 36.
— Rhei 239.
— Tormentillae 909.
Rhizoninsäure 342.
Rhizophora apiculata 859, 895.
Rhizophoraceae (Gerbst.) 840, 859, 886, 895.
— (Hölzer) 1261, 1542.
— (Gerbst.) 840, 880.
— (Öle) 778.
Rhizophora cylindrica 859.
— gymnorrhiza 859.
— mangle 859, 881, 1261, 1318, 1542.
— mucronata 859, 886, 1262.
— racemosa 859.
Rhizophorenrinden 880.
Rhizopus cambodja 202.
— chinensis 1808.
— (Enzyme) 201.
— japonicus 202.
— nigricans 208, 535, 1807.
— oryzae 202.
— tamori 202, 1110.
— tonkinensis 202.
— tritici 202, 1110.
Rhodanacrinyl 788.
Rhodanallyl 97.
Rhodeoretin 1059.
Rhodeose 1059, 2033.
Rhodin 313.
Rhodiumholz 1226.
Rhododendron arboreum 1267.
— hirsutum 115.
— maximum 861.
— punctatum 861.
Rhodogen 2115.
Rhodomelaeaceae (Fas.) 434.
— (Schleime) 1857.
Rhodophyllaceae (Schleime) 1850.
Rhodorrhiza florida 1273.
Rhodosperma rhodanthema 1245.
Rhodosphaera rhodanthema 264.
Rhodymenia palmata 1856.
Rhomnol 198.
Rhopala elegans 1220.
Rhubarbe des Caraïbes 238.
Rhus abyssinica 856.
— albida 856.
aromatica 856.
canadensis 899.
chinensis 960.
copallina 856, 899, 902.
— coriaria 283, 830, 856, 898, 899, 902, 1803.
cotinoides 856.
cotinus 263, 283, 856, 899, 1375, 1512.
— -gallen 960.
— glabra 715, 856, 899, 902.
– juglandifolia 856.
· Kakrásinghee 961.
Rhus-lack **1060**.
— laevigata 1246.
— lucida 856.
metopium 283, 922.
— -öl 715.
— orientalis 1061.
– Osbeckii 960.
- parvifolia 1246.
— pentaphylla 856, 902.
radicans 904.
· rhodanthema 264, 856, 1245.
Roxburghii 960.
· semialata 856, 960.
silvestris 1060.
- suaveolens 856.
— succedana 961, 1246.
vernicifera 206, 1060, 1246.
· vernix 1060.
· viminalis 1246.
· tomentosa 856.
toxicodendron 172, 856, 1061.
trilobata 856.
- typhina 856, 899, 902.
— Wallichii 1246.
Rhynchodia Wallichii 1757.
Rhytachne Kerstingii 440.
Ribbon tree 471.
— wood 1252.
Ribes aureum 1805.
— grossularia 2048.
— nigrum 1805, 2047.
— rubrum 253, 780, 1803, 1805, 2047.
Ribose 2033.
Rice-paper 673.
Riceroot 439.
Richardsia scabra 1805.
Richardsonia pilosa 55.
Ricin 198.
Ricinin 46.
Ricinodendron africanum 734, 1244.
— Heudelotii 464, 734, 1485, 1486.
— Rautanenii 464, 735.
Ricinus 193.
- communis 46, 207, 464, 778.
— -lipase 200.
— -samen 200, 1804.
Ridge beech 1214, 1343.
Riechstoffe in Hölzern 1198.
Riedlea corchorifolia 473.
Riemenblume, europäische 1860.
Riementang 1843.
Riesenbohne 1821.
Riesenbohnenöl 747.
Riesenerdbeere 2049.
Riesenhanf, indischer 550.
Riesenlebensbaum 435, 1208, 1305.

Riesenorange 2084.
Riesensequoie 1207.
— kalifornische 1302.
Riesenspeergras 439.
Riesentang 1856.
Rieslingtraube 2067.
Rifatto 462.
Rimu 1203.
Rinacanthus communis 164.
Rinboku 1228.
Ringelblume 362.
— afrikan. 287.
Riorosenholz 1438.
Rio sheets 1747.
Rita 1235.
Ritha 1248.
Rittersporn 253, 262.
— indischer 277.
— -öl 777.
— persischer 277.
River oak 1211, 1266, 1315, 1317.
Rizinolsäure 779.
Rizinusöl 778.
Roafaser 458.
Robbia 230.
Robibutter 756.
Robigenin 263.
Robinia coccinea 43.
— nicou 152.
— panacocco (1234), 1318.
— pseudacacia 206, 263, 756, 840, (1235), 1446, 1822.
— pseudacacia (Blätter) 257.
Robinie, gemeine 1446.
Robinin 257, 363.
Roble 1213, 1348, (1508).
Roble blanco 1275.
— colorado 1275.
Roborat 195.
Roccella Arnoldi 345.
— cacticola 343.
— canariensis 339.
Roccellaceae (Bitterst.) 158, 164.
— (Farbst.) 345.
Roccella fructicosa 343.
— fusiformis 158, 340, 342, 343.
— Montagnei 340, 342, 343.
— peruensis 343.
— phycopsis 345.
— portentosa 339.
— sinensis 339, 1806.
— tinctoria 164, 339, 340, 342, 343, 345, 1806.
Roccellinin 164.
Roccellsäure 345, 1806.
Rock cedar 1209.
— chestnut oak 875, 1352.
— elm 1216, 1372.
— oak 1214, 1350, 1352, 1363.
Rocoe 367.
Rocon 368.
Roggen 194, 440.
— -mehl 193.
— -öl 738.
— -stärke 1923, 1955.
— -stärke, Analyse 1962.
— -strohfaser 663.
— (Vitam.) 2006.
Roghu 1276.
Rogkan 784.
Rohhonig 2058.
Rohkampfer 105.
Röhren-Affodill 2056.
Röhrencassia 1233.
Röhrengummigutt 385.
Röhrenkassie 2049.
Rohr, italienisches 438.
— -kolben 435.
— -kolbenwolle 523.
— spanisches 445, 1210, **1311**.
— -zucker 2039, 2096, 2105.
— -zucker, Welterzeugung 2100.
Roko 1376.
Rola mercantile 2072.
Rollinia exalbida 715.
— salicifolia 851.
Rolomahagoni 1502.
Ronimaharz 1047.
Rood benke 1341.
Roodhout 1255.
Rook chestnut oak 848.
Root cotton 463.
Rope tree 1254.
Rosa 253.
— canina 94, 781, 2049.
Rosaceae (äther. Öle) 73, 94,
— (Bitterst.) 129, 132, 136. 143, 162.
— (Farbst.) 383.
— (Fette) 716.
— (Gerbst.) 852, 909.
— (Gummi) 988.
— (Hölzer) 1227, 1405, 1406, 1407, 1408, 1409, 1458, 1474, 1475.
— (Öle) 754, 779.
— (Saponine) 1821.
— (Schleime) 1863.
— (Wachse) 2020.
— (Zucker) 2048, 2062.
Rosa centifolia 94.
— damascena 94.
— gallica 94.
— rugosa 781.
Rose Dammar 1043.
Rosellahanf 468, 581.
Rosenholz 1229, 1238, 1242, 1243, 1252, 1503, 1540.
— afrikanisches 1236, **1536**.
Rosenholz brasilianisches 1392, **1437**, **1535**.
— der Seychellen 1539, 1540.
— indisches 1235.
Rosenhölzer **1535**.
— des Handels 1539.
Rosenholz, ostindisches 1539.
— von Bahia 1539.
von Cayenne 1225, 1540.
— von Dominica 1273, 1540.
— von Neusüdwales 1242.
— von Neu-Südwales 1540.
— von Queensland 1540.
— westafrikanisches 1232.
Rosenöl 94.
Rosenpappel 467.
Rosenpomade 94.
Rosenproduktion 94.
Rosenwasser 94.
Rose wood 1235, 1238, 1243, 1438, 1439, 1502, 1503, 1540.
Rosinen 2068.
Rosoideae (Gerbst.) 852.
— (Hölzer) 1227.
— (Zucker) 2048.
Roßhaar, künstliches 654.
— vegetab. 442, 646, 649.
Roßhufblätter 1900.
Roßkastanie 141, 465.
— gelbe 1248.
— indische 1248.
— japanische 1248.
Roßkastanienbitterstoff 141.
Roßkastaniengerbstoff 840.
Roßkastanienholz **1524**.
Roßkastanienöl 781.
Roßkastanienstärke **1984**.
Roßpappelblüten 1891.
Rotahorn 465, 669.
Rotalgen 1846, 1849, 1854.
Rotang 385, 445.
— -palmen 1210.
— -palmenrohr 1311.
Rotan Tockas 445.
Rotbuche 454, 667.
— amerikan. 454, 669.
Rotbuchenholz **1341**.
— amerikanisches 1343.
Röte 230.
Roteiche 1215, 1332, 1344, **1358**, 1360.
— südliche 1215.
Rotella 771.
Roter Ahorn 1247.
— Gummibaum 1265.
— Mahagonibaum 1265, 1549.
Roterübe 2107.
Rotes Jacarandaholz 1539.
— Sandelholz 1386.
Rotfichte, nordamerikanische 1206.

Rotholz 224, 288, **1422**, **1431**.
— afrikan. 350, 351, **1427**.
— amerikanisches 1301.
— div. 1430.
Rothölzer, minderwertige **1425**.
— unlösliche 347.
Rotholzextrakt 290.
Rotholzlack 378.
Rotholz ostindisches 288, **1426**.
— westindisches 288.
Rotkiefer 1206, 1294.
— amerikanische 1296.
— japanische 1206.
Rotklee (Farbst.) 270.
Roto 52.
Rotrüster **1369**.
Rottang 445.
Rottanne 1288.
Rotting 445.
Rottlera tinctoria 140, 358, 756.
Rottlerin 140, 359.
Rottleron 359.
Rotulme 1216, **1369**, 1859.
Rot, vegetabilisches 357.
Roucheria Griffithiana 1822.
Roucon 367.
Rouconbaum 367.
Rouge de Kassai 1750, 1752.
— du Congo 1752.
Roum-Indigo 319.
Rouson 367.
Rove 953.
Roya 656.
Royal Salep 1897.
Royena lucida 1269.
Roystonia borinquena 445.
Rozella hemp 468, 581.
Rozillos 894.
Rübe, gelbe 2052.
— gemeine 2047.
Rübensaft 47, 1805, 1807.
Rubenskrapp 376.
Rübenzucker 2105.
— -produktion 2106.
— Welterzeugung 2100.
Rübe, rote 2107.
Ruberythrinsäure 223, 233.
Rübe, weiße 2107.
Rubia 230.
Rubiaceae (Alkal.) 53.
— (Bitterst.) 123, 134, 135, 139, 150, 159, 167.
— (Farbst.) 230, 235, 236, 237, 317, 358, 363, 374.
— (Fas.) 480.
— (Gerbst.) 834, 862, 896.
— (Hölzer) 1082, 1275, 1386, 1443, 1454, 1484, 1485, 1508, 1544, 1588.
— (Labenzyme) 208.
— (Öle) 781.
— (Saponine) 1825.
Rubiacin 234.
— -säure 234.
Rubia cordata 237.
— cordifolia 230, 236.
Rubiadin 234.
— -glukosid 233.
Rubiafin 234.
Rubiagin 234.
Rubia khasiana 230, 237.
— lucida 230.
— munjista 230, 236.
Rubianin 234.
Rubia peregrina 230.
— sikkimensis 230, 237.
— tinctorum 208, 230, 237, 1805.
Rubichlorsäure 234.
Rubijervin 35.
Rubinlack 1057.
Rubinschellack 1057.
Rubio 2008.
Rubirethrin 234.
Rüböl 781, 1803.
Rübsenöl 782.
Rubusarten 852.
Rubus canadensis 781.
— chamaemorus 2048.
— fructicosus 2049.
— idaeus 780, 1804, 1808, 2048.
— villosus 781, 1821.
Ruby wood 1428.
Ruchbirke 1337.
Ruellia comosa 316, 319.
— pavala 1961.
Rugoi 458.
Ruhrbirne 1406.
Ruhrwurzel 55.
Ruinsh 1227.
Rukubaum 367.
Rülingia pannosa 472.
Rum cherry 1228, 1409.
Rumex 1808.
- acutus 850.
— aquaticus 850.
- Ecklonianus 240.
— Decandollei 850.
— hymenosepalus 839, 850, 909.
— nepalensis 240, 850.
— obtusifolius 267.
— sanguineus 2020.
— vesicarius 850.
Rumicin 240.
Rundbohne 204.
Runkelrübe 2107.
— (Vitam.) 2007.
Runkel, weiße 2107.
Ruprechtia corylifolia 1221.
— viraru 928.
Ru ronan 1314, 1317.
Rusagras 91.
Rusamala 1226.
Rusche **1369**.
Rusque 873.
Rüsselkäfer 2062.
Rußtau 2057.
Rustenholz 1366.
Rüster 454, **1396**.
Rusty gum 889.
Rutaceae (Alkaloide) 37, 44.
— (äther. Öle) 73, 76, 88, 90, 93, 103.
— (Bitterst.) 115, 118, 133, 139, 146, 172, 174.
— (Farbst.) 337, 338.
— (Fas.) 463.
— (Gerbst.) 888, 991, 1009.
— (Hölzer) 1238. 1375, 1454, 1457, 1458, 1459, 1460, 1461, 1540, 1583.
— (Saponine) 1823.
— (Zucker) 2081.
Ruta graveolens 222, 268, 1806.
Ruta halepensis 174.
Rutaecarpin 45.
Rutin 222, 268.
Ryinki 457.
Ryoguno 436.

S

Saachezia nobilis 317.
Saatdottersamenöl 726.
Saaz 1110.
Sabadilla officinalis 35, 1805.
— officinarum 723.
Sabadillin 35.
Sabadillöl 723.
Sabadin 35.
Sabal Adansonii 443.
— Blackburnianum 443.
- mexicanum 443.
— palmetto 443, 846, 1210.
— serrulatum 846.
— umbraculifera 443.
Sabattia vulgaris 133.
Sabiaceae (Hölzer) 1249.
Sabicu 1393.
Sabininsäure 2018.
Sabium sebiferum 708.
Saccharase 203, 1115.
Saccharogummisäuren 974.
Saccharomyces 1108.
— apiculatus 203, 1110, 1112.
— Bailii 1110.
— cerevisiae 1111.
— coreanus 1110.
— ellipsoideus 1111, 2069.
— exiguus 203.
— hyalosporus 1110.
Ludwigii 1110.
— Marxianus 203, 1110.
— odessa 1112.

Saccharomyces Pastorianus 1112.
— thermantitonum 1110.
Saccharomyceten 1108.
Saccharomycocles 1109.
Saccharomycopsis 1109.
Saccharose 2039.
Saccharum officinarum 437, 2017, 2039, (2056), 2086.
— sara 437.
— spontaneum 437, 2087.
— violaceum 2017.
Saccoglottis gabonensis 743.
Sächsischblau 328.
Sacrocephalus Diderichii 1485, 1488.
— Trillesii 1488.
Saddletree 1391.
Sadebaum, chinesischer 1209.
— einsamiger 1209.
— geschecktrindiger 1209.
— virginischer 1307.
— westamerikan. 1209.
Sadleria cyatheoides 434.
Sadra beida 1000.
Safflower 353.
Saffranhout 1247.
Saffron 360.
Saflor 223, 353.
— -gelb 356.
— -karmin 357.
— -rot 357.
— -öl 784.
Safran 223, 360.
— bâtard 353.
— -bitter 362.
— d'Inde 226.
— falscher 359.
— -gelb 362.
— -Krokus 361.
— -verfälschungen 364.
— wilder 353.
— -zucker 363.
Safrol 83, 86, 97, 101.
Saftgrün 272.
Sagapenharz 1097.
Sagapu 1276.
Sagittaria latifolia 1955.
— sagittifolia 1955.
— variabilis 1955.
Sago 1954, (1955), 1956, **1967**.
— -baum 1968.
— brasilianischer 1971.
— indischer 1971.
— inländischer 1971.
— -mehl 1968.
— palm 1210.
— -palme 444.
— palm of Malacca 445.
— -stärke 1923.
Sagou français 1971.
Sagus farinifera (1955).
— filaris 444.
inermis (1955).
- laevis 444, (1955).
pedunculata 1955.
Rumphii 444, (1955).
Sagve arèn 1968.
Sagwan 1578.
Sahagunia strepitans 1218.
Sahlweide 1321.
Sain 1262.
Sain-In 1973.
Saj 1262, 1578.
Sakaki 1256.
Sakalang 1251.
Saké 202.
Sakishima-hamabo 470.
Salabreda 1000.
— en sorte 1002.
Salacia-Bitterstoff 164.
Salacia diandra 465.
— fluminensis 164.
— macrophylla 465.
— micrantha 1733.
Salad tree 1233.
Salakpalme 2056.
Salamanderholz **1540**.
Salat (Vitam.) 2007.
Salbei 253.
— -öl 95, 745.
Saldana 1242.
Salembadak 859.
Saleparten 1897.
Salepbassorin 1899.
Salep, deutscher 1897.
— germanicum 1897.
-knollen **1896**.
- levantinum 1897.
Salgambaum 996.
Salganbaum 989.
Salharz 1043.
Salicaceae (Bitterst.) 125, 129.
- (Farbst.) 256.
(Fas.) 453, 577.
(Gerbst.) 838, 847, 875.
- (Hölzer) 1211, 1319, 1322.
(Kork) 1797.
- (Zucker) 2061.
Salicarin 164.
Salicornia 1808.
Saliehout 1272.
Salinigrin 876.
Salix acuminata 847, 1212, 1321.
— alba 453, 577, 847, 876, (1212), 1321.
- alba var. vitellina 1321.
— alba viminalis 838.
— amygdalina 578, 847, 875, 1212.
— arenaria 847, 875.
— aurigerana 1321.
Salix babylonica 453, 847.
— caprea 453, 667, 847, 875, 1212, 1321.
— cinerea 847, 876.
— conifera 847.
— cordata 453.
— daphnoidea 847.
— discolor 876.
— eriocephala 847.
— fragilis 453, 577, 667, 847, 875, 877, (1212), 1321, 2061.
— helix 847.
— Humboldtiana 847.
— hybrida 1321.
— incana 847.
— laevigata 453.
— lasiandra 453.
— lasiolepis 453.
— nigra 847, 876.
— nigricans 876.
— pentandra 453, 577, 847.
— purpurea 453, 577, 847, 875, 1212.
— purpurea viminalis 1212.
— rubra 453, 847, 1212.
— Russeliana 847, 875.
— sericea 453.
- sessiliflora 453.
— tetrasperma 453, 669.
— triandra 453.
— ulmifolia 1321.
viminalis 453, 577, 847, 876, 1212, 1321.
Salizin 876.
Salizinerein 876.
Salizyljute 560.
Salizylsäuremethylester 77, 85, 90, 100, 101.
Salmalia malabarica 471, 513.
Salmon-gumbark 883.
Salomonsiegel 451.
Salsette 582.
Salsola 1808.
Sal-tree 1258.
Salvadoraceae (Hölzer) 1271.
Salvadoraceenöle 784.
Salvadora oleoides 784, 1272.
— persica 784, 1271.
Salven 95.
Salvia-Bitterstoff 164.
— coccinea 253.
— lavandulaefolia 95.
Salvianinchlorid 253.
Salvia officinalis 95.
— plebeia 745.
— sclarea 95.
— splendens 164, 253.
Salvinchlorid 253.
Salvininchlorid 253.
Salweide 875.
Samadera indica 164.
Samaderin 164.

Samak 854, 928.
Saman dorphal 1261.
Samandocafaser 450.
Sambaibinha 1255.
Sambu 1257.
Sambucus 1802.
— ebulus 722.
— nigra 204, (1277), 1589, 1803, 1805.
— racemosa 721.
Sambunigrin 1804.
Samenhefe 1114.
Samenwolle 476.
Sämling 2120.
Samuela carnerosana 449.
San 582, 1302.
San Bartolomé 1273.
Sandali 1387.
Sandana 1385.
Sandaracoresen 1082.
Sandarak **1082**.
— -Bitterstoff 165.
— -Harz 165.
— (Löslichkeit) 1100.
Sandarakopimarsäure 1082.
Sandarazinolsäure 1083.
Sandarazinsäure 1083.
Sandarusi ya m'ti 1065.
Sandbeere 2053.
Sanddorn 1260, 2052.
Sandelholz 95, 347, 1220, 1244.
— afrikanisches 350, (1427).
— afrikanisches, rotes **1431**.
— -baum 2064.
— der Fidji-Inseln 1385.
— echtes **1383**.
— -ersatz 1385.
Sandelhölzer von Hawai **1387**.
Sandelholz, falsches 1426.
— gelbes **1383**, 1386.
— grünes **1386**.
— -öl 95.
— ostafrikanisches **1387**.
— rotes 1386, **1428**.
— -sorten 1385.
— südwestaustral. 1385.
— unechtes, rotes 288.
— von Mocha 1226, 1386.
— weißes **1383**.
— westindisches 1386.
Sandelrot 348.
Sandflohsamenkraut 1892.
Sandi Ohme 1222.
San Domingo-Buchsholz 1508.
— Domingo-Mahagoni 1474, 1476.
Sandoricum-Bitterstoff 165.
Sandoricum indicum 165, 1242.
— nervosum 165.
Sandugaza 1260.
Sandwegerich 1892.
Sandweide 875.
Sang-shih-see 374.
Sanguinaria 850.
— canadensis 38, 40.
Sanguinarin 40.
Sanguis draconis 385, 1044.
— draconis de Carthagena 1045.
Sanguisorba minor 852.
San Jago-Mahagoni 1473.
mo-kio 1214.
Sannan 1235.
Sanpalu 1243.
Sanshu 1204.
Sansibarebenholz 1269, **1559**.
Sansibarkopal 1065.
- (Löslichkeit) 1100.
Sansibarnelken 89.
Sanseveria s. Sansevieria.
Sansevieria andradae 451.
— arborescens 451.
— Aubryana 451.
— bracteata 451.
— ceylanica 451, 627.
— cylindrica 451, 627.
— Ehrenbergii 451, 627.
— fasciata 451.
— -faser **626**.
— grandis 451.
— guineensis 451, 627.
— Kirkii 451, 627.
— Laurentii 451.
— liberica 451.
— longiflora 451, 627.
— nilotica 451.
— Perottii 451.
— Roxburghiana 451, 628.
— Schimperii 451.
— senegambensis 451.
— Stuckyi 451.
— subspicata 451.
— thyrsiflora 451.
— Volkensii 451.
- zanzibarica 451.
Sansisi 374.
Santa Ana-Mahagoni 1479.
Santagu 1383.
Santal 348.
Santalaceae (Äth. Öl) 73, 95.
— (Gerbst.) 893.
— (Hölzer) 1220, 1383, 1385, 1387.
Santalal 95.
Santal du Venezuela 1238.
Santalen 95.
Santalholz 1383.
Santalin 224, 348.
Santalina madagascariensis 1386.
Santalon 95.
Santal rouge d'Afrique 1236, 1386.
Santalsäure 95, 348.
Santalum affine 1387.
- album 95, (1220), 1383.
— austro-caledonicum 1220, 1387.
— cuneatum 1387.
— Cunninghamii 1387.
— cygnorum 1385.
— ellipticum 1387.
— Freycinetianum 1220, 1387.
- haleakalae 1387.
— Hornei 1387.
— insulare 1387.
- lanaiense 1387.
— lanceolatum 1220, 1386.
— littorale 1384, 1387.
- paniculatum 1387.
— Pilgeri 1387.
— Preissianum 1220, 1386.
— pyrularium 1387.
— yasi 1384, 1385.
Santa-Maria-Mahagoni 1475.
Santelholz 162.
— afrikanisches 1536.
Santen 80, 95.
Santenon 95.
— -alkohol 95.
San Thomé- Mahagoni 1486.
Santhu 1223.
Santiriopsis Klaineana 1486, 1488.
Santol 1242.
Santolina-Bitterstoff 165.
Santolina chamaecyparissus 165.
Santonin 165.
— -säure 166.
Santonsäure 166.
Santos sheets 1747.
Sao 1258.
Sapan-Bimas 289.
Sapanholz 288.
Sapelemahagoni 1241, 1486, 1487, **1493**, (1496).
Sap green 275.
Sapin commun 1286.
Sapindaceae (Alkaloide) 46.
— (Bitterst.) 166, 168.
(Fas.) 465.
(Fette) 784.
— (Gerbst.) 834, 857.
(Hölzer) 1248, 1392, 1454.
(Saponine) 1824.
— (Zucker) 2050.
Sapin du Canada 1207.
Sapindus-Bitterstoff 166.
— inaequalis 1824.
— marginatus 1825.
— Mukorossi 1824.
— rarak 1824.
— saponaria 166, 465, 784, 1801, 1805, 1824.
— trifoliata 784, 1248, 1824.

Sapindus utilis 1824.
— varicatus 1824.
Sapinsäuren 1091.
Sapium aucuparium 1732.
— biglandulosum 166, 1732.
— -Bitterstoff 166.
— ciliatum 1732.
— cladogyne 1732.
— decipiens 1732.
— eglandulosum 1732.
— Hemsleyanum 1732.
— insigne 1244.
— Jenmani 1732.
— Marmieri 1732.
— paucinervium 1732.
— sebiferum 722, 1244.
— stylare 1733.
— taburu 1733.
— Thompsonii 1733.
— utile 1733.
— verum 1733.
Saponalbin 1820.
Saponaretin 258.
Saponaria alba 1820.
Saponaria officinalis 258, 1820.
Saponarin 258.
Saponine **1812**.
— Allgemeines 1812.
— hämolytischer Wirkungswert 1816.
— Nachweis 1815.
Saporubrin 1820.
Sapota 1268.
— achras 166.
— -baum 2053.
— -Bitterstoffe 166.
Sapotaceae 125, 1483, 1484.
— (Bitterst.) 137, 147, 149.
— (Fas.) 476.
— (Fette und Öle) 729, 737, 753, 758, 785, 789.
— (Gerbst.) 861, 885, 886.
— (Hölzer) 1267, 1318, 1418, 1553.
— (Kautsch.) 1734.
— (Saponine) 1824.
— (Zucker) 2053.
Sapota Muelleri 1268, 1318.
— nègre 862.
Sapotenholz 1268.
Sapotillapflaumen 2053.
Sapotillbaum 1268, 2053.
Sapotin 166.
Sapotiretin 167.
Sapotoxin 1820, 1821.
Sappanholz 288, **1426**.
Sap poplar 1324.
Sapucaia-Mirim 1261.
Sapucai-pilao 1261.
Sapucajaöl 747.
Saquisaqui 1253.
Sara 437.
Saraka 1244.
Sarapat 437.
Sarapo 1726.
Sarasanga sinuosa 436.
Sarcocephalus 1544.
- -Bitterstoff 167.
- cordatus 167, 863, 1276.
— Diderichii 1484.
— esculentus 167, 863.
— Trillesii (1276), 1484, 1588.
Sarcochlamys pulcherrima 458.
Sarcocolla 993.
Sarcomphalus laurinus 1250.
Sarcopterix 1824.
Sareptasenföl 787.
Saribus rotundifolius 987.
Sarmdal 460.
Sarothamnin 43.
Sarraholz 1550.
Sarrapia 1237.
Sarsaparillasaponin 1819.
Sarsaparillwurzel 1819.
Sarsasaponin 1819.
Sartol 195.
Sarul 1233.
Saruta 1256.
Sasa 1417.
Sassafras 1224.
— -baum 96, 1225.
— -baum, australischer 1223.
— -holz **1402**.
officinale 96, 1225, 1402.
— -öl 96.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
Sassanquaöl 797.
Sasswood 1232.
Sassyrinde 41.
Satinèholz 1458.
Satinholz, afrikanisches 1602.
— westindisches **1457**.
Satinnußbaum 1403.
Satin walnut 1234, 1238, 1327, 1375, 1458, 1460.
Satoimo 1971.
Sat-sha 457.
Satzmehl 1913.
Satzöl 765.
Saubirne 1227.
Sauerampfer 1808.
Sauerapfel 1223.
Sauerdorn 37, 336, 850.
Sauerdornholz **1391**.
Sauerkirsche 1803.
Sauerkleesäure 1808.
Säulenkaktus 2051.
Saulharz 1043.
Saurauja cauliflora 1823.
Säuren in äther. Ölen 62.
— organische **1801**.
Savanillagelbholz 1374.
Savanilla-Ratanhiawurzel 854.
Savin 1204, 1307.
Sawagurumi 1212, 1327.
Sawara 1208.
— -Lebensbaumzypresse 1208.
Saxifragaceae (Bitterst.) 118.
— (Gerbst.) 851, 885, 911.
— (Hölzer) 1226, 1386.
— (Labenzyme) 207.
— (Öle) 787.
— (Saponine) 1821.
— (Zucker) 2047.
Saxifraga sibirica 118.
Saxifrax 1225.
Sayavee 236.
Sayawer 236.
Scaevola-Bitterstoff 167.
— Koenigii 167.
Scammonin 1084.
Scammonium **1084**, 1827.
— (Löslichkeit) 1100.
Scarlet maple 1247.
— oak 848, 875, 1215, 1359.
Scented mahogany 1241, 1486, 1487, 1490, 1493.
— mahogany-cedar 1486.
Schaddak 2084.
Schafgarbe 56, 112.
Schamakhie 899.
Scharlacheiche 848.
Scharlacheichenrinde 873.
Scharrharz 1093.
Schefflerodendron usambarense 1235, 1266, 1507.
Scheibenhonig 2058.
Scheidezellen 1148.
Scheinkastanie, goldblätterige 1213.
Schellack 384, **1055**.
— -Bleichen 1057.
— (Löslichkeit) 1100.
Schellolsäure 1056.
Schelp djati 1582.
Schemacha 899.
Scherbet 2053.
Schibaum 1734.
Schiebutterbaum 1268.
Schierlingstanne 846, 1207.
Schierlingstannenrinde 865.
Schilf, amerikanisches 438.
— -rohr 438, 2061.
Schima crenata 1256.
— noronhae 1256.
— Wallichii 1256.
Schimmelweide 1321.
Schindeleiche 1215, 1356.
Schinopsis balansae 893, 1453, 1513.
— Lorentzii 46, 308, 857, 893, 1453, 1513.
Schinus areira 1245.
— dependens 857.
— molle 857, 1041, 1245.
Schinüsse 789.

Schir-Khist 2061.
Schirmbaum 1219.
— -holz **1379**, **1544**.
— -rinde 886.
Schirmföhre 1205.
Schirmtanne 1207.
Schirmtannenholz, japanisches 1300.
Schiurikirsche 1410.
Schivos 1077.
Schizaeaceae (Fas.) 434.
Schizosaccharomyces 1109.
— mellacei 1111.
— octosporus 1111.
— pombe 1110.
— Vordermanni 1111.
Schizostachyum brachycladum 440.
Schlagsaat 1879.
Schlangenholz **1378**.
Schlechtendalia chinensis 960.
Schlehdorn 1227.
Schleicheria trijuga 384, 785, 1055, 1248, 1803.
Schleime **1831**.
— anatomische Verhältnisse 1833.
Begriffsbestimmung 1831.
— biologische Bedeutung 1835.
— chemische Eigenschaften 1839.
— echte 1832.
— Einteilung 1831.
— Färbungen 1842.
— gemischte 1832.
Hydrolyse 1839.
— Nachweis 1840.
— physikalische Eigenschaften 1838.
— Reaktionen 1840.
— Verwendung 1842.
Schleimfluß der Hölzer 1197.
Schleimrüsternrinde 1859.
Schleimsäure 976, 1846.
Schleuderhonig 2058.
Schließlein 525.
Schlingstrauch 1591.
Schmack 898.
Schmidelia racemosa 785.
Schminkwurzel 244.
Schneeballholz des wolligen Schneeballs **1591**.
— gemeines **1590**.
Schoenocaulum officinale 723.
Schoenodon chilense 447.
Schotendorngerbstoff 840.
Schotendorn (Gerbstoffgehalt) 840.
Schotendornholz **1446**.
Schottmuelleria paradoxa 1852.
Schousbea commutata 860.
Schoutenia hypoleuca 1252.
Schoutenia ovata 465, 1251.
Schraubenpalme 635.
Schrebera swietenoides 1271.
Schuppenwurz 317.
Schusserbaum 1234.
Schüttgelb (260), 377.
Schwammkürbisöl 727.
Schwanniomyces 1109.
Schwarzbuche 1213, 1340.
Schwarzdorn 1227.
Schwarzeichen 1215, 1344, 1353, **1354**.
Schwarzeichenrinde 869.
Schwarzerle 454.
Schwarzerlenholz 1335.
Schwarzerlenrinde 868.
Schwarzesche 1271.
Schwarzfichte, nordamerikanische 1206.
— von Eso 1206.
Schwarzföhre 667, 863, 1205, 1295.
Schwarzkiefer 1295.
- japanische 1206.
— korsische 1296.
— österr. 1205, 1295.
— taurische 1296.
Schwarzkümmel 1821.
Schwarzkümmelöl 777.
Schwarzlinde, amerikanische 1528.
Schwarzmalvenblüten 1888.
Schwarznuß 1329.
Schwarzpappel 1324.
Schwarzsenföl 787.
Schwarz-Wattle 878.
Schwarzwurzel 34.
Schwawari 1256.
Schwefelkohlenstoff 97.
Schweinshickory 1334.
Schwertbohne 206.
Sciadopitys verticillata 1207, 1300.
Scilla-Bitterstoff 167.
Scilla maritima 167.
— pancratium 1957.
Scillaren 168.
Scilla rigidifolia 450.
Scillikardin 168.
Scillin 167.
Scillipikrin 167.
Scillitin 167.
Scillitoxin 167.
Scintamineae (Farbst.) 262.
Scirpus grossus 441.
lacustris 441, 1955.
— maritimus 1955.
— mucronatus 441.
Scitamineae (Farbst.) 227, 447.
Scleranthеae (Farbst.) 383.
Scleranthus perennis 383.
Sclerenchymfasern 394.
Scleria caricina 442.
Sclerocarya Schweinfurthiana 2050.
Sclerotinia Libertiana 1808.
Scoparein 261.
Scoparin 261.
Scopolamin 51.
— (Nachweis) 30.
Scopolia atropoides 51.
— carniolica 51, 52, 1826.
— Ecklonii 1259.
— japonica 52, 1826.
— lurida 52.
— Zeyheri 1259.
Scordiin 168.
Scordiumbitter 168.
Scorodosma foetidum 1032, 1034.
Scorzonera hispanica 34.
Scotanello 902.
Scotano 902.
Scottelia-Arten (Buchsersatz) 1511.
Scrape 1093.
Scraps (Kautschuk) 1724.
Scrophularia aquatica 168.
Scrophulariaceae (Bitterst.) 145, 168, 174.
— (Farbst.) 317, 363.
(Hölzer) 1274, 1583.
(Öle) 787.
— (Saponine) 1825.
- (Wachse) 2021.
— (Zucker) 2036.
Scrophularia nodosa 168, 1809.
Scrophularin 168.
Scrophularineae (Bitterst.) 129, 145.
Scrub mahogany 1502.
— oak 1214, 1314, 1315, 1355, 1357.
— sandalwood 1385.
Scutellaria 222.
— altissima 261.
Scutellarin 222, 261.
Scutia buxifolia 1250.
Scybalin 168.
Scybalium-Bitterstoff 168.
— fungiforme 168.
Scychocephalum ochocoa 1223
Scyllit 2037.
Scyphocephalium ochoca 761.
Scytonemin 220.
Sea grape 1221.
Sea Island-Baumwolle 482.
Seaside banksia 1220.
Seaweed glue 1854.
Sebastião de Arruda 1535.
Sebestan plum 1273.
Sebifera glutinosa 746.
Sebipira-guaçu 1234.

Secale cereale 440, 1955.
— cornutum 33, 776.
Secalose 2056.
Secamonopsis madagascariensis 1761.
Sechium edule 480, 1961,
Seckelblume 857.
Secondi-Mahagoni 1486, 1487.
Securidaca longepedunculata 463.
Securigia 42.
Sedoheptit 2036.
Sedum 2036.
— purpurescens 1803.
Seedlac 1055.
Seedorn 2052.
Seegras 436, 441.
— japanisches 436.
Seelum azureum 1808.
Seestrandkiefer 1205.
Seestroh 648.
Seetang 2033.
Seetraubenholz 1389.
Seidelbast 256, 474.
Seideneiche **1381**, 1382.
Seidenholz, afrikanisches 1602.
— asiatisches **1458**.
— ostind. 44, **1458**.
— westindisches **1457**.
Seidenkapok 520.
Seidenkautschuk 1748.
Seide, vegetab. 518.
Seifenbaum 1821, 1868.
Seifenbaumfett 784.
Seifenbeere 465.
Seifenkraut 258, 1820.
Seifenrinde 1821.
Seifenwurzel 258, 1820.
— levantinische 1820.
Sekale cornutum 717.
Sekisanin 35.
Sekretbehälter 1143.
Selene 461, 462.
Selleriesamenöl 799.
Seloewang 49.
Semal 1593.
Semecarpusarten 1512.
Semecarpus coriacea 1246.
— subpeltata 1246.
Semen Anacardii 715.
— Cydoniae 1863.
— Foeni graeci 1868.
— Ispaghulae 1894.
— Psyllii 1892.
— Pulicariae 1892.
— Sabadillae 35.
— Trigonellae 1868.
Semesterringe 1131.
Semilla grassa 792.
Semina Indageer 50.
Sempervivum tectorum 1802.
Senecifolidin 56.
Senecifolin 56.
Senecin 56.
Senecio barbellatus 56.
- crucifolius 56.
— Jacobaea 56.
Senecionin 56.
Senecio paludosus 56.
— silvaticus 56.
— viscosus 56.
— vulgaris 56.
Senegal-Ebenholz 1560, **1568**.
Senegalgummi 993, **998**, 1006.
Senegawurzelfett 777.
Senegin 1823.
Senföl 96, 787.
Senfsamen 1808.
Sennaargummi 996.
Sennaemodin 241.
Senna-Chrysophansäure 241.
Senna-Isoemodin 241.
Senna-Nigrin 241.
Senna-Rhamnetin 241.
Sennecathartin 122.
Sennepikrin 168.
Sennesblätter, alexandrin. 122, 168, 241, 2037.
Sennit 2037.
Sennoc 437.
Septentrionalin 37.
Sequoia gigantea 1207, 1302, 2018.
— immergrüne, Holz 1301.
— sempervirens 1207, 1301, (1430).
— washingtoniana 1207.
Serajganj-Jute 562.
Serapat 1758.
Serapat-Kautschuk 1758.
Serapias lingua 1922.
Sereh betoel 88.
Serenaea serratula 443, 846.
Sericographis Mohintli 316, 319.
Seringa rana 1732.
Seringeirana 1733.
Seringueira barriguda 1726.
— branca 1718.
— preta 1718.
— vermelha 1726.
Serjania 1824.
Serjania-Bitterstoff 168.
Serjania curassavica 465.
— ichthyoctona 168.
— nodosa 46.
— paniculata 465.
— racemosa 465.
- serrata 168.
Sernambi 1720.
Sernamby 1729.
— von Cameta 1733.
Sernyok 1246.
Seroet 455.
Serpentarin 117.
Serratula austriaca 376.
Serratulan 375.
Serratula tinctoria 223, 375.
Serratulin 223, 375.
Serraya 1258.
— Batu 1258.
Service berry 1227.
Sesamin 791.
Sesamöl 790.
— (Vitam.) 2007.
Sesamseed 1877.
Sesamstearin 791.
Sesamum indicum 790.
— orientale 790.
— radiatum 790.
Sesbania aculeata 461.
— aegyptica 462, 1235.
cannabina 462.
- grandiflora 462.
— macrocarpa 462.
— punctata 1235.
Seso vegetal 1249.
Sesquiterpen 79, 89, 92, 97, 98, 102.
Sesquiterpenalkohol 79.
Sesseu 1276.
Seychellennuß 444.
Sha 1230.
Shag-bark hickory 1333.
Shakai 457.
Shake-wood 1219.
Shal si 1216.
Shanapum 582.
Shanda laghune 1505.
Shan-ma 456.
Sheabutter 788.
Sheanüsse 789.
Sheet balata 1736.
Sheets (Kautschuk) 1723.
Shellbark Hickory 1335.
Shelti 592.
She oak 1211, 1314, 1315, 1316, 1317.
Shera-bulli-balli 1251.
Shero 1276.
Shibuki 282.
Shii 1214.
Shikimin 168.
Shikimipikrin 168.
Shikytan 352.
Shima Noronhae 1823.
— Wallichii 1823.
Shingle oak 1211, 1215, 1314, 1317, 1356.
— tree 1258.
Shingra 1232.
Shinia 283.
Shiniablätter 906.
Shiojii 1270.
Shirabe 1207.
Shira-gasi 1216.

Shirin 1229.
Shirotsuga 1290.
Shola 462.
Shorea aptera 729.
— assamica 1258.
— balangeran 1258.
— ciliata 1258.
— eximia 1043.
— furfuracea 1258.
— Ghysbertiana 729.
— hypochra 729, 1258.
— leprosula 1258.
— negrosensis 1474, 1475.
— obtusa 1258.
— pinanga 729.
— polysperma 1474, 1475.
— robusta 858, 1043, 1258, 1808.
— Roxburghii 1043.
— scaberrima 729.
selanica 1041.
siamensis 1258.
stellata 1258.
stenoptera 729.
talura 1258.
Tambugana 1043.
Tumbuggaia 1258.
— Wiesneri 1041.
Short-capsuled mahogany 1496.
Shortleafpine 1205, 1206, 1293.
Shrub oak 1350.
— palmetto 443.
Shue 1245.
Shurli 1339.
Shu Ro 1210.
Siaktalg 786.
Siambenzoe 1035, 1036.
— (Löslichkeit) 1099.
Siamesisches Teak 1579.
Siamfaser 445.
Siam hemp 619.
Siam-Sappanholz 1427.
Sian tut 1217.
Sibirische Lärche 1204.
— Pechtanne 1288.
— Zeder 1205, 1297.
Sibucao 1426.
Siburuk 1233.
Siccatife 751.
Sickei-Toonahölzer 1501.
Sicuarana 1244.
Sicut dicto 385.
Sicydium monospermum 728.
Sicyos angulata 1961.
— edulis 1961.
Sida abutiloides 468.
— acuta 470.
— alba 470.
albida 468.
althaeifolia 470.
— asiatia 468.
— carpinifolia 470.
Sida cordifolia 468, 470, 585.
— densiflora 470.
— humilis 470.
— meridionalis 468.
— multiflora 470.
— napaea 471.
— orbiculata 468.
— periplocifolia 469, 470.
— pulchella 470.
— retusa 470, **584**.
— rhombifolia 470, **584**.
— rhomboidea 470.
— tiliaefolia 470, 585.
— urens 470.
— veronicaefolia 470.
Sideroxylonarten 1512.
Sideroxylon attenuatum 1742.
— cinereum 1268.
— cyrtobotryum 1742.
— inerme 1268.
Kaernbachium 1742.
— Richardi 861.
Siderodendron triflorum 1277.
Sidonal 1805.
Siebolds Walnuß 1212.
Siebröhren 392.
Siegesbeckia orientalis 130.
Siejas 2013.
Sierra-Leone-Butter 740.
Sierra-Leone camwood 1428.
Sierra-Leone-Kopal 1068.
Sierra-Leone-Kopal (Löslichkeit) 1100.
Sigamkati 1231.
Siharu 457.
Sikadoengdoeng 1226.
Siki 1246.
Siko amuenge 1431.
Sikundazi 1255.
Silberahorn 1247, 2101.
Silberbaum 1266.
Silberlinde, ungarische 1252.
Silberpappel 667, 1322.
Silbertanne 1207.
Silberweide 876, 1321.
Silene cucubalus 1820.
— inflata 1820.
— nutans 1820.
— vulgaris 1820.
Silimkung 860.
Siliqua dulcis 1804, 1866.
Silk bark 1247.
cotton 471.
cotton tree 1253.
grass 452, 632.
— rubber 1748.
Silky oak 1219, 1220, 1381, 1382.
Sill kurta 1268.
Silphium 1035.
Silveolsäure 1095.
Silver birch 1212.
Silverboom 885, 1219.
Silver honeysuckle 1220.
Silver-leaved iron bark tree 1266.
Silver-mallet 882.
Silver maple 1247, 1522.
— pine 1203.
Silver-top palmetto 442.
Silver tree 885.
— tree wood 1254.
— wattle 853, 1230.
Silver-Wattlerinde 878.
Silvery oak 1220.
Silvia itauba 1226.
— navalium 1226.
Silvinolsäure 1095.
Simaba cedron 122, 744.
— valdivia 173.
Simarouba 1239.
Simaruba amara 168, 855, 1239, 1462.
-Bitterstoff 168.
excelsa 991.
guyanensis 855, 1462.
-holz **1462**.
— officinalis 168, 855, 1462.
Simarubaceae (Alkal.) 45.
(Bitterst.) 115, 120, 122, 142, 157, 158, 163, 164, 168, 173.
— (Fette) 792.
— (Gerbst.) 855.
— (Gummi) 991.
— (Hölzer) 1239, 1462, 1463, 1464.
Simbal 1593.
Simmon wood 1568.
Sinaba 619.
Sinalbin 783, 788.
Sinapin 40.
Sinapinsäure 41.
Sinapis alba 132, 787.
— arvensis 788.
— juncea 96, 787.
— nigra 40, 96, 787.
Sinapissamen 1808.
Sindora cochinchinensis 1232
— sumatrana 1074.
— Wallichii 1232.
Singapore cedar 1499.
Singaporekopal 1073.
— (Löslichkeit) 1100.
Sinigrin 96, 204, 783, 1808.
Sinigrinase 204.
Sinistrin 167.
Sinkalin 40.
Sioernußfett 776.
Sioure 1364.
Siphocampylus caoutchouc 1762.
— giganteus 1762.
Jamesonianus 1762.
— tupaeformis 1762.

Siphonia elastica 735.
Sipossiwanenafaser 468.
Siran 1229.
Siris 1229.
Sirissa 1229.
Sirium myrtifolium 1383.
Sirius 654.
Sirsa 1229.
Sirsi 1229.
Siruaballi 1399.
Siruaballibark 851.
Siruaballiholz **1400**.
Sisakoholz **1618**.
Sisal 602, 608.
Sissoo 1236.
Sitkafichte 1206.
Sium sisarum 2052.
Sivis 1118.
Skaphium lanceatum 776.
Skimmia japonica 45.
Skimmianin 45.
Sklerenchym 1142.
Sklerenchymscheiden 1126.
Skorzarossa 863, 866.
Skotrina-Aloë 241.
Skuletin 167.
Slab rubber 1724.
Slabs (Kautschuk) 1724.
Slamp 436.
Slaty-flooded gum 1265.
Slippery elm 1216, 1371.
— bark **1859**.
Sloanea dentata 1251.
— jamaicensis 1251, 1399.
— javanica 1822.
Sloetia minahasse 458.
— sideroxylon 1217.
Slough grass 440.
Small bignut 1334.
Smilaceenöle 792.
Smilacin 1819.
Smilasaponin 1819.
Smilax australis 451.
china 1819.
- ferox 1819.
- glabra 1819.
glycyphylla 225, 1819.
— lanceaefolia 1819.
leukophylla 451.
medica 1819.
— officinalis 1819.
ornata 1819.
papyracea 1819.
pseudosyphilitica 1819.
- syphilitica 1819.
Smoked crêpes 1725.
— sheets (Kautschuk) 1725.
Smoke tree 1375.
Smoking bean 1584.
Smyrnaer Gallen 950, 952.
Smyrnarosinen 2068.
Smyrnavalonen 913, 914.
Snake ironwood 1400.
— wood 1250, 1376.
Sneeze wood 1240.
Snoubarrinde 866.
So 909.
Soap berry 465.
Soapnut tree 1248.
Soapstock 718.
Soap tree 1234.
— wood 1267.
Soaresia nitida 1217.
Socaloin 114.
Sodbrot 2076.
Sodomsäpfel 953.
Soenti 729.
Soewaliholz 1327.
Soft elm 1372.
– maple 1247, 1522.
– pine 1205, 1293, 1298.
Sogat 464.
Soie végétale de fafetone 523.
— — — Thiock 523.
Sojabohne 195, 200, 205.
Sojabohnenöl 792.
Sojabohne (Vitam.) 2006.
Soja hispida 193, 462, 792.
— max. 462.
Sojamehl 206.
Soja Miso 202.
Sojaöl 793.
Sokaloin 242.
Sokotrinisches Drachenblut 385.
Sola 462, 1235.
Solanaceae (Alkal.) 51.
(Bitterst.) 119, 123, 139, 157, 169.
(Fas.) 479.
- (Labenzyme) 208.
(Öle) 794, 798.
(Saponine) 1825.
- (Stärke) 1961.
(Wachse) 2021.
Solanidin 51.
Solanin 51, 1824.
Solanin (Nachweis) 30.
Solanum aculeatissimum 1826.
- angustifolium 2021.
asper 1826.
- auriculatum 169, 1826.
Solanum-Bitterstoff 169.
Solanum caavuranna 1826.
- cernuum 1826.
- coagulans 208, 1825.
congestiflorum 1825.
crispum 1825, 1826.
- dulcamara 169, 217, 1826.
- grandiflorum 1826.
- guayanicum 1826.
- incanum 208, 1825, 1826.
- jasminoides 1826.
— luciri 1826.
Solanum lycopersicum 798, 1809, 1825, 1826, 2021, 2054.
— melongena 119.
— nigrum 1825, 1826.
— paniculatum 1826.
Peckolt 1826.
pseudochina 169.
sodomaeum 51, 1826.
tomatillo 1825, 1826.
tuberosum 479, 1803, 1826. (1961).
— verbascifolium 1826.
Soldanella alpina 1821.
— montana 1821.
— umila 1821.
Solom 1233.
Solorina crocea 1807.
Somabari 1242.
Somacco feminella 900.
Somaligummi 996.
Sombra del toro hembra 1220.
Sommaco 899.
Sommaq 899.
Sommereiche 1351.
Sommereichenrinde 868.
Sommerholz 1128.
Sommerlinde 1527.
Sommerweinrebe 2066.
Sonchus oleraceus 1764.
Sondrio 906.
Song-Koulong 239.
Sonnenblume 480.
Sonnenblumensaat, indische 353.
Sonnenblumensamenöl 795.
Sonneratia apetala 1261.
Sonneratia caseolaris 858, 886.
Sonneratiaceae (Gerbst.) 858, 886.
— (Hölzer) 1261, 1595.
Sonneratia pagatpat 1595.
Sonoragummi 1010.
Sonora Ironwood 1235.
Sont 996.
Soodschote 1866.
Soona Rea Chali 854.
Sooranjee 237.
Sophora 42.
— angustifolia 43.
— flavescens 461.
— japonica 268, 1235.
— tetraptera 1235.
— tinctoria 316, 318.
Sophorin 42.
Soranjee 237.
Soranji 237.
Sorbier domestique 1227.
Sorbit 2033, 2036.
Sorbose 2035, 2036.
Sorbus aucuparia 667, 852, 1407, 1803, 1804, 2036.
— cydonia 1863.

Sorbus domestica 852.
— torminalis 1406.
Sordidasäure 1806.
Sorghohirse 352.
Sorghum cernuus 738.
- halepense 352, 439.
- saccharatum 353, 1806.
vulgare 352, 439, 738, 1804, 1955.
vulgare glutinosum 1921.
Sorghumzucker **2085**.
Soriangalläpfel 951.
Sorindeia acutifolia 1245.
— Afzelii 1245.
— usambarensis 1245.
Sorocea ilicifolia 1217.
Soroco 1217.
Sosna 1205.
Sota caballo grande 1251.
Souari 1256.
Souchet 226.
Sourabayaholz 1582.
South Cameroun ebony 1560.
Southern dammar 1283.
— hard pine 1296.
— pitch pine 1296.
— yellow pine 1296.
Sõwalibaum 847.
Soyeuse 518.
Soymidia-Bitterstoff 169.
Soymidia febrifuga 169, 463, 1241, 1499.
Spacelonia ampelinum 2067.
Spalthefen 1109.
Spangen 1137.
Spaniertraube 2067.
Spanisches Eichenholz 1355.
— Mahagoni 1476.
— Rohr 385, 445, 1210, **1311**.
— Zedernholz **1467**.
Spanischrot 357.
Spanish elm 1273.
- moss 651.
neddle, 449.
oak 848, 1215, 1355, 1359, 1360, 1361.
- oak bark 875.
- water oak 1355.
Sparattosperma leucantha 169.
— lithontripticum 169.
Sparattospermin 169.
Spargaurin 169.
Spargel (Fas.) 450.
Spargelsamenöl 752.
Spargelspinat 1819.
Spargin 169.
Sparmannia africana 460.
Spartein 42, 43.
Spartina cynosuroides 440.
Spartium incarnatum 461.
— junceum 461.
— monospermum 461.
Spartium multiflorum 461.
— scoparium 43, 261.
Sparto 638.
Spartum 638.
Späteiche 1353.
Spathodea campanulata 1479.
— longiflora 1275.
— Rheedii 480.
Spathoglottis plicata 453.
Spatholobus Roxburghii 463.
Spätholz 1127.
Spätkirsche, amerikanische 1409.
Spätlein 526.
Spear grass 440.
— liły 452.
— wood 1413.
— wood tree 1265.
Speierling 2048.
— echter 1227.
Speiseöl 765.
Speizstärke 1962.
Spent garancine 235.
Sperberbaum 1227.
Spergula arvensis 169.
Spergulin 169.
Spermolepis gummifera 860, 1079.
Spessart-Alteichen 1354.
Sphacelia segetum 33.
Sphaeralcea umbellata 469.
Sphaerococcaceae (Schleime) 1849.
Sphaerococcus crispus 1846.
— Helminthochorton 1857.
— lichenioides 1849.
— mammillosus 1846.
— spinosus 1850.
Sphagnaceae (Fas.) 434.
Sphagnum 434, 659.
Sphenostylis stenocarpa 1959.
Spiegelrinde 870.
Spierstaude 852.
Spießeiche 1215, 1359.
Spießtanne 1204, 1207.
Spigeliin 48.
Spiköl 86.
Spilanthin 169.
Spilanthus oleracea 169.
— tinctorius 316, 319.
Spinacia oleracea 1808, 1820.
Spinat, chinesischer 1820.
— kubanischer 1820.
— neuseeländischer 1820.
— südamerikanischer 1820.
— (Vitam.) 2007.
Spindelbaum 722, 1246, 2036.
Spindelbaumholz **1516**.
Spiny bamboo 1209.
Spiraea trifoliata 136.
— ulmaria 852.
Spiraeoideae 988.
Spiritus vini 2070.
Spitzahorn **1521**, 2101.
Spitzenbaum 474.
Spitzenrinde 471, 472.
Spitzpappel 1211, 1324.
Splintholz 1131.
Spogel seeds 1894.
Spondias cytherea 992.
— dulcis 992, 2050.
— lutea 464, 1245.
— mangifera 992, 2050.
— Wirtgenii 992.
Sponia Wightii 454, 601.
Sporobolus elongatus 440.
— indicus 440.
Spotted gum 889, 1547.
— oak 1354, 1361.
Spottnuß 1334.
Sprayed rubber 1725.
Sprekelia formosissima 35.
Springlein 525.
Springgurke 131.
Sproßhefen 1108.
Spruce pine 1206.
Spungar 1894.
Spurius olive 1271.
Srigading 862.
Ssofar 996.
Ssua 1262.
Ssuto 1231.
Stachelanone 1223, 2047.
Stachelbeere 2048.
Stachelbeersamenöl 787.
Stacheleschenholz **1460**.
Stachelmohn 337.
Stachelmohnöl 775.
Stachelschweinholz 1311.
Stachydrin 45, 51.
Stachyose 2042.
— im Holz 1196.
Stachys affinis 2054.
— Sieboldii 2042, 2054.
— silvatica 51.
— tuberifera 51, 1802, 2042, 2054.
Stadmannia australis 1249.
— oppositifolia 1249.
— sideroxylon 1249.
Stahlia maritima 1232.
Stahlweide 1212.
Staka 1067.
Stakate 1067.
Stalagmites ovalifolius 1053.
Stammborke 872.
Stampfhonig 2058.
Standöl 751, 776.
Staphisagroin 37.
Staphylea bumalda 1247.
Staphyleaceae (Hölzer) 1247, 1517.
Staphylea colchica 1247.
— emodi 1247.

Staphylea mexicana 1247.
— pinnata (1247), 1517.
— trifoliata 1247.
Star apple 1268.
Starch 1913.
Stärke **1913**, 2042.
— Abbau 1946.
— Abbau durch Diastase 1948.
— Abbau durch Enzyme 1948.
— Abbau durch Säuren 1946.
— Abbauschema 1950.
— Alkylierung 1944.
— als Reservestoff 1923.
— Aschengehalt 1931.
— autochthone 1923.
— Azetate 1943.
— azetylierender Abbau 1952.
— Begriff, Geschichte 1913.
— besonderer Teil **1953**.
— chemische Eigenschaften 1938.
— Eigenschaften 1929.
— Ester 1943.
— Esterschwefelsäuren 1943.
— Farbe 1929.
— Feinheit 1930.
— Formiate 1943.
— gefärbte 1924.
— Geruch 1930.
— Gewinnung 1926.
— Härte 1930.
— in Hölzern 1195.
— Kleister 1938.
— Kohlenhydrate der 1934.
Stärkekörner, Entstehung 1916.
— Form 1916.
— Struktur 1919.
Stärke, Lichtbrechung 1922.
— lösliche 1942, **1944**.
— Löslichkeit 1931.
Stärkemehlanalysen 1962.
Stärkemengen in Pflanzen 1925.
Stärke, mit Jod rot färbende 1921.
Stärkemononitrat 1943.
Stärkenitrate 1943.
Stärke, optisches Drehungsvermögen 1931.
— Reinigung 1932.
— -Sorten des Handels **1961**.
— transitorische 1923.
— und Formaldehyd 1944.
— und Platinschwarz 1944.
— und Röntgenstrahlen 1944.
— Verbrennungswärme 1922.
— Verhalten gegen Brom 1941.
— Verhalten gegen Bromwasserstoff 1941.
— Verhalten gegen Glyzerin 1940.
— Verhalten gegen Jod 1940.
Stärke Verhalten gegen Kalilauge 1942.
— Verhalten gegen Metallhydroxyde 1942.
— Verhalten gegen Natronlauge 1942.
— Verhalten gegen Oxydationsmittel 1942.
— Verhalten gegen Permanganat 1942.
— Verhalten gegen Salpetersäure 1942.
— Verhalten gegen Salze 1939.
— Verhalten gegen Wasserstoffsuperoxyd 1942.
— Verkleisterung 1931.
— Verwendung 1929.
— Vorkommen 1923.
— Wassergehalt 1931.
Stärkexanthogenat 1943.
Stärke, Zersetzung durch Säuren 1943.
— Zusammensetzung 1938.
Stärkkraut 259.
Statice brasiliensis 861.
— caroliniana 861.
— Gmelini 861.
— latifolia 861.
— limonium 861.
— tatarica 861.
— trigona 861.
Staudtia 1418.
— kamerunensis 761, 1395.
Staudtiabutter 761.
Stave oak 1214, 1346.
Stavewood 1254.
St. Domingo braziletto 1426.
Stearodendron 739.
Stechapfel 52.
Stechapfelöl 795.
Stecheiche 1215, 1362, 1363.
Stechginster 226.
Stechpalme 857.
Stechpalmenholz **1515**.
Stechpalme, nordamerik. 1246.
Steinbeere 2053.
Steineiche 382, 1215, 1353, 1363.
— kalifornische 1362.
Steineichenrinde 868, 874.
Steinerkrapp 376.
Steinkiefer 1205.
Steinklee 1804, 1806.
Steinkleeöl 775.
Steinlärche 1291.
Steinlinde 1527.
— gemeine 1573.
Steinlindenholz **1573**.
Steinweichsel 1228.
Stellhefe 1114.
Stelzenfichte 1290.
Stengelstärke 1962.
Stenocarpus salignus 1220, 1318, 1381, 1383.
— sinuatus 1220, 1392.
Stenochlaena palustris 434.
Stephanotis floribunda 478.
Stephanskraut 37.
Stenolobium stans 717.
Steppenbusch 1760.
Sterculia acerifolia 472.
— acuminata 46, 796.
— apendiculata 796.
— Barteri 472.
-bast 597.
— campanulata 472.
— caribaea 472.
— caudata 472.
— chica 796.
— cinerea 472.
— colorata 472.
— diversifolia 472.
— excelsa 796.
— foetida 472, 796, 1254.
— guttata 472.
— javanica 796.
— lurida 472.
— oblonga (1254), 1530.
— platanifolia 472.
— pruriens 796.
— rhinopetala 1254.
— rupestris 472.
— stricta 796.
tomentosa 472, 992.
— -tragant 1878.
tragacantha 472, 992, 1254, 1530, 1878.
— triphacea 796.
urens 857, 992, 1254.
— villosa 472, **597**.
Sterculiaceae (Alkal.) 46.
— (Fas.) 472.
— (Fette u. Öle) 744, 796.
— (Gerbst.) 857, 886.
— (Gummi) 992.
— (Hölzer) 1253, 1470, 1474, 1475, 1530, 1532.
— (Stärke) 1960.
Stereocaulon vesuvianum 341.
Stereospermum-Bitterstoff 170.
Stereospermum chelonoides 170, 862, 1275.
— dentatum 1275.
— glandulosum 170.
— hyposticticum 170.
— suaveolens 1275.
— xylocarpum 1275.
Sternanis 1821.
Sternanisbaum 97.
Sternanisöl 97.
Sternanissamenöl 752.
Stewartia monadelpha 1256.
Stictocardia beraviensis 479.
Stiefmütterchen, gelbes 269.

Stieleiche 1351, 2046.
— japanische 1366.
Stieleichenrinde 868.
Stil de grain 377.
Stillingiaöl 723.
Stillingia sebifera 708, 722.
Stilophora rhizoides 1846.
Stinco 904.
Stinkasant 1034.
Stinkbaumöl 796.
Stinkholz 1224.
— afrikanisches 1217.
— von Guayana 1261.
Stinkstrauch 42.
Stinkwood 1266.
— white 1224.
Stinkzeder 1204.
Stipaceae (Fas.) 637.
Stipa tenacissima 437, **638**.
Stipites Jalapae 1827.
— Laminariae **1843**, 1855.
Visci 1861.
St. Johanniswurzel 337.
St. Lucienholz 1228.
St. Martha-Holz 289.
St. Martha-Rotholz 1426.
Stocklack **1055**.
Stockmalvenblüten 1888.
Stockmorchel 1807.
Stockrose 253, 469.
Stockrosenblüten **1888**.
Stone wood 1213.
Stool wood 1576.
Storax 1809, **1084**.
Storchsimse 441.
Storesinol 1085.
Strahlenstärke 1965.
Strandhafer 438.
Strandhelmgras 438.
Strandkiefer 863.
Strandpappel 470.
Stranfa 441.
Straßburger Terpentin 127.
Stratiotes acoroides 436.
Strauchkiefer 1205.
Straußengurkenöl 727.
Strawberry tree 1267.
Streblid 170.
Streblin 170.
Streblus asper 170, 455.
Streitkolbenbaum 1316.
Strelitzia reginae 216.
Strichkraut 259.
Stringy bark 1547.
— — trees 1546.
Striped letterwood 1379.
Strobe, kolumbische 1205.
— ostamerikanische 1298.
Strobilanthes Dyerianus 317.
— flaccidifolius 316, 319.
Strohfaser 663.
Stromanthe tonchat 1958.
Strombosia grandifolia 1221.
Strophanthus 520, 1749.
dichotomus 477, 521.
Emini 521.
gratus 521.
hispidus 34, 50, 521, 715.
kombé 715.
— -öl 715.
— sp. 519.
Struthiin 1820.
Struthanthus marginatus 1716.
— syringaefolius 1716.
Strychnicin 48.
Strychnin 48.
Strychninbaum 1272.
Strychnine tree 1272.
Strychnin (Nachweis) 30.
Stryphnodendron barbatimum 854.
— barbitamâo 840.
guianense 1230.
Strychnos diverse 49.
— Engleri 1272.
— Ignatii 48.
— nux vomica 48, 752, 1272.
- potatorum 1272, 2054.
- Volkensii 1272.
Stuartia pseudocamellia 1823.
Stuhlrohr 445, **1311**.
Stunted She oak 1314, 1315.
Sturmhut 37.
St. Vincent-Arrowroot **1977**.
Stylophorin 40.
Stylophorum diphyllum 38, 40.
Stylopin 40.
Styphania hernandifolia 1821.
Styracaceae (Hölzer) 1270.
— (Saponine) 1824.
Styrax **1084**.
— benzoides 1038.
— benzoin 1035.
- calamitus 1038, 1085.
– camporum 1038.
crotonoides 1038.
- japonicum 1270, 1824.
leprosum 1270.
– (Löslichkeit) 1098.
— officinalis 1038, 1086.
— Pearcei 1038.
— subdenticulata 1035.
tonkinensis 1035.
Styrazin 1085.
Suakingummi 996, 1006.
Suarinüsse 722.
Subando 1234.
Suber 913.
Suberin 1791.
Succinit 1038.
Succinoresen 1038.
Succisa pratensis 1827.
Sucrase 203, 1115.
Sucrier de montagne 1239.
Südamerikamahagoni 1474.
Sudan-Durra 352.
Südliche Roteiche 1215, 1361.
Suga-mo 436.
Sugar apple 1223.
Sugarbosh 1219.
Sugar gumtree 1264.
— maple 1248, 1523.
— maple tree 2101.
— pine 1205, 1293, 1298.
— sand 1803.
Sugarwater ash 1521.
Sugi 1208, 1302.
Sugi Mats 1208.
Suhria japonica 1852.
Sulfitzellulose 668, 682.
Sulfuröl 764.
Sulla 1243.
Sultana Champa 1533.
Sum 1270.
Sumach 898.
Sumacha 899.
Sumach, algerischer 902.
– amerikanischer 899.
französ. 856.
-gerbstoff 830.
– – (Gerbstoffgehalt) 819.
– – Handelssorten 905.
— provenzalischer 899, 903.
sizilianischer 899.
tiroler 902.
triester 902.
ungarischer 902.
— venetianischer 856.
- -verfälschung 906.
— von Montpellier 904.
Sumatrabenzoe 1035, 1036.
— (Löslichkeit) 1099.
Sumatradammar 1042.
Sumatra-Eisenholz 1272.
Sumgh 998.
Sumpfeiche, weiße 1347.
Sumpffichte 1290.
Sumpfgummibaum 1265.
Sumpfmahagoni 1502.
Sumpf-Scharlacheiche 1215, 1359.
Sumpf-Weißeiche 1214.
Sumpfzeder 268.
Sumpfzypressenholz **1300**.
Sumpfzypresse, virgin. 669.
Sun 582.
Sunder 1255.
Sungre Katur 1216.
Suni-Noki 1303.
Sunn 581.
Sunt 1230.
Supa 1232.
Sur 1364.
Suralpatti 246.
Suranjee 237.
Suranji 237.

Surinam-Bitterholz **1462**.
Surinam greenheart 1399, 1587.
Surinamkopaivabalsam 1063.
Surinfett 787.
Surior 1364.
Suro 1363.
Süßgräser 2085.
Süßholz 1807.
Süßkirsche 1803, 1804.
Süßkirschenholz 1408.
Süßsack 2047.
Swamp birch 1212.
— chestnut oak 1349, 1352.
— cypress 1300.
— elm 1372.
— hickory 1333.
— laurel oak 1357.
— mahogany 1264.
— maple 1522.
- - oak 1314, 1316, 1348, 1359.
— white oak 1214, 1347, 1349.
— willow oak 1357.
Swartzia madagascariensis 1234.
— tomentosa (1234), 1318, 1444, 1474.
Swau 793.
Sweet wood 1270.
— Bukeye 1248.
— cherry tree 1408.
— grass 440.
— gum 1085, 1403.
— locust 1233, 1447.
— -scented mimosa 1229.
Sweertia chirata 153.
— perennis 1922.
Swietenia Candolleana 1474, 1479.
— chloroxylon 1458.
- - cirrhata 1474.
- - febrifuga 169.
— humilis 1474.
— macrophylla 1241, 1473, 1477, 1479.
— mahagoni 834, (1241), 1471, 1473, 1475, 1479, 1492.
- senegalensis 122, 991.
— soymidia 169.
— spec. 1480.
Swintonia 1539.
— Schwenkii 1245.
Switch sorrel 1249.
Sycocerylazetat 2017.
Sycomore 1227.
Syderoxylon bancanum 1824.
— indicum 1824.
Sykochymase 207.
Sykomore 669, 1241, 1404, 1521.
— echte 1208, 2072.
Sylvalin 669.
Sylvanertraube 2067.
Sylvestren 79, 80, 101.
Sylvinsäuren 1091.
Symphonia fasciculata 740.
— globulifera 740.
Symphoricarpus racemosa 1827.
Symphytocymglossin 51.
Symphytum officinale 51, 862.
Symplocaceae (Alkal.) 48.
— (Gerbst.) 862.
— (Hölzer) 1270.
Symplocos racemosa 48, 55, 120, 1270.
— theaefolia 1270.
— tinctoria 1270.
Synantherae (Farbst.) 353.
Synanthrin 2045, 2119.
Synaptea atrotricha 1259.
Syncarpia glomulifera 1264.
— laurifolia 1264.
Synoum glandulosum 1242, 1502, 1540.
Syringa vulgaris 145, 170, (1271), 1572, 2019.
Syringin 145.
Syringopikrin 170.
Syzygium caryophyllifolium 859.
— guineense 1263.
— jambolana 859, 1263.
— nodosum 859.
— operculatum 1264.
Szant 996.

T

Taag 582.
Taaibosca 1246.
Taama 1957.
Tabak 152.
— -blätter 1805.
— -pflanze (Alkaloide) 51.
— -samenöl 795.
— wachs 2021.
Tabaschir 2061.
Tabasco-Mahagoni 1473, 1477.
Tabebuia 1454.
— avellanedae 229, 1585.
— Donnell-Smithii 1475, 1482.
— pentaphylla 1275.
— Smithii 1475.
Tabernaemontana aff. laeta 1758.
- alba 1757.
— amygdalaefolia 1757.
— angolensis 1757.
- annamensis 1757.
— -Bitterstoff 170.
— bovina 1757.
— crassa 1757.
— dichotoma 716.
— Donnell-Smithii 1757.
— grandiflora 1757.
— Holstii 1757.
Tabernaemontana laevis 50.
— rupicola 1758.
— Salzmannii 170.
— stenosiphon 1758.
— tenuiflora 477.
— Thurstoni 1758.
— undulata 1758.
— utilis 1758.
Tabernanthe iboga 50.
Tabonico 1040.
Tabu 1224.
Tacamahac **1086**.
— -fett 738.
— -harz 1058.
— ostindisches 1534.
Tacamahinsäure 1086.
Tacamaholsäure 1086.
Tacazzea apiculata 1761.
— Brazzeana 1762.
Taccaceae (Fas.) 452.
— (Stärke) 1958.
Tacca integrifolia 1958.
— pinnatifida 452, (1958), 1972.
— -stärke **1972**.
— umbrarum 1958.
Tachardia lacca 1049, 1055.
Tachia guyanensis 170.
Tachinin 170.
Tacoyana 1231.
Taedaföhre 1205.
Taeniin 143.
Taetsia terminalis 450.
Tafelgambir 897.
Tagada 1275.
Tagal 624.
Tagasawara 1206.
Tagetes petulus 164, 287.
Tagove 1957.
Tahasi 1270.
Taiguholz 229, 364.
Taigusäure 229.
Taiwan Keaki 1216.
Takadiastase 201, 202.
Takeha 846.
Takkastärke (1958).
Takli 1254.
Tak'out 962.
Takung 1254.
Takwadua 1249.
Talandoha 1753.
Talang 1565.
Talauma elegans 1221.
— ovata 850.
— Plumieri 1222.
Talch 996.
Tal coir 444.
Talgbaum 1246.
— ostindischer 739.
Talg, chinesischer 752.
— -holz 1547.
— -lorbeerbaum 746.

Talg vegetabilischer 722.
Tali 443, 1268.
Talipotpalme 442, 675.
Talipotstärke 1956.
Talium paniculatum 1820.
Tallochlor 1903.
Tallow wood 1459, 1547, 1583.
Tall palm lily 450.
Taloktok 1254.
Talura 1258.
Taluto 1254.
Tamacoari do gapo 1256.
Tamagusa 1224.
Tamam 1255.
Tamarack 1204.
— pine 1205.
Tamaricaceae 2051.
— (Gallen) 962.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1259.
— (Zucker) 2062.
Tamaricineae (Wachse) 2021.
Tamarind 1232.
Tamarinde 2049.
Tamarindensamenöl 747.
Tamarinden (Vitam.) 2007.
Tamarindus indica 747, 854, 1232, 1474, 1745, 1801, 1805, 1809, 2049.
Tamarind, wild 1229.
Tamariskenmanna 2062.
Tamarix africana 858, 902, 906, 962.
articulata 962, 1259.
dioica 962, 1259.
furas 858, 962.
-gallen 962.
— gallica 858, 962.
indica 962.
-Manna 2062.
mannifera 2051, 2062.
orientalis 962.
Tamatave-Ebenholz 1561.
Tamayuan 1221.
Tambala 1223.
Tambaqui seringa 1726.
Tambourissa quadrifida 1223.
Tamer Hindi 854.
Tamha Kibork 846, 867.
Tamico 603.
Tampenis 1217.
Tampicin 1059.
Tampico-Gelbholz 1374.
Tampico-Mahagoni 1479.
Tampinnis 1217.
Tamr-el Hinna 243.
Tanacetin 170.
Tanacetum vulgare 170, 1805.
Tanag 1254.
Tanaganan 1260.
Tanbark oak 1214, 1343, 1352, 1361.
Tandaholz 1318, **1542**.
Tandleroo 1265.
Tanekaha 1204, 1281.
Tanekaholz **1281**.
Tangal 1261.
Tangelbaum 1294.
Tanghinia madagascariensis 171.
— venenifera 171.
Tanghinin 171.
Tang-Kalakholz 1225.
Tangkallagfett 746.
Tangkawafett 728.
Tango 1268.
Tangongon 619.
Tangsäure 1844, 1855.
Tangschleim **1855**.
Tanguile-Mahagoni 1475.
Tanmuh 1383.
Tanna Blanca 2096.
Tannase 201.
Tanne 1205, 1294.
gemeine 1286.
gleichfarbige 1207.
große kalifornische 1207.
— kalifornische 1207.
Tannenholz **1286**.
Tannennadeln 435.
Tannenrinde 863.
— (Gerbstoffgehalt) 838.
Tannensamenöl 724.
Tannia 1971.
Tannin 825.
Tan rouge 885.
Tantané blanco 1228.
Tapa 455.
Tapinhoan 1226.
Tapioka **1981**.
— Grécy 1983.
— indigène 1983.
— -stärke 1923.
Tapirira guianensis 464.
Tapuru 1733.
Tara 443, 931.
Taractogenus Kurzii 736.
Tarati 1959.
Taraxacin 171.
Taraxacum officinale 171, 2017, 2055.
Taraxasterin 2017.
Tarchonanthus camphoratus 469.
Tar fibre 444.
Tari 854, 931.
Tarihülsen 931.
Tariributter 792.
Taro 1971.
Tarocca 887.
Taroe 318.
Tarrietia argyrodendron 1254.
— javanica 1254, 1474, 1475, 1532.
Tarrietia silvatica 1474, 1475.
Tartar 1562.
Tartaré 1228.
Tartarus deparatus 2070.
Tarum-akar 319.
Täschelkrautsamenöl 726.
Tasem 49.
Tashiary 457.
Tassel wood 1327.
Tassenrot 358.
Tasso 1282.
Tatagiba 1217, 1375.
Tata juba 1256, 1374.
Tatajubaholz 1256.
Tatané-moroti 1277.
Tatá-yỳ-ba-sayyu 1374
Tatri 1246, 1255.
Tatù 1221.
Tatuöl 763.
Taubenerbse 463.
Táu-Kiau 988.
Taungmeôk 1272.
Taung mezali 1233.
Taungon 1210.
Taungsalat 1273.
Tauröste 535.
Tavilostärke 1972.
Tavolo 1958.
Tawbut 1562.
Tawhai raunui 1214.
— rauriki 1214.
Tawheri 851.
Tawtama 1499.
Taxaceae (Alkal.) 34.
— (Gerbst.) 845.
(Hölzer) 1203, 1280, 1281, 1282.
(Öle) 725.
Taxin 34.
Taxodium distichum 669, (1208), 1300.
Taxotrophis ilicifolia 1443.
Taxtanne 1286.
Taxus baccata 34, (1204), 1282.
— brevifolia 1204.
— cuspidata 1204.
— verticillata 1300.
Tayi pichal 229, 1275.
Tayuyin 171.
Teakah 1568.
Teak-Ersatzhölzer **1583**.
Teakholz **1578**.
— afrikanisches 1236, 1536, 1583.
— australisches 1583.
— brasilianisches 1583.
Teak, neuseel. 257, 1274.
— siamesisches 1579.
— wood 1226.
Tecoma 1454.
— araliacea 229, 1587.
— flavescens 229.

Tecoma ipé 229, 1275, 1585.
— lapacho 229, 1587.
— leucoxylon 229, 364, (1275), 1399, 1566.
— ochracea 230.
— pentaphylla 1275, 1508.
— radicans 255.
— speciosa 230.
Tecomella undulata 1275.
Tecomin 229, 255.
Tectona australis 1274.
— grandis (1274), 1578.
Tecum 446.
Tecumapalme 446.
Tedlapal 1273.
Tee 46.
— -gerbstoff 830.
— -samenöle 796.
— -strauch 46.
— tschagorischer 912.
Téggaout 962.
Teglamfett 729.
Teichbinse 441.
Teinostachyum dulloa 440.
Tek 1578.
Telfairia occidentalis 727.
— -öl 727.
— pedata 727.
— -säure 727.
Teli 1232.
Telia sagun 1583.
Teligu Naura 1274.
Tella punki 1244.
Tellerrot 357.
Tellerrübe 2107.
Teloschistes 1807.
Tembusa 1272.
Temir Agasch 1226.
Temoca impetiginosa 862.
Templinöl 79.
Tenasserim-Mahagoni 1236, 1475, 1499.
Tendi 1262.
Tendre à caillou 1229.
Tendu 1561, 1562.
Tenkai 1210.
Tephrosia tinctoria 318.
— Vogelii 171.
Tephrosin 171.
Tequila 603, **617**.
— -Agave 2057.
Terap 455.
Terebinthina canadensis 1062.
— communis 1089.
Terendschabin 2061.
Teresantalol 95.
Teresantalsäure 95.
Teri 854, 931.
Terminalia acuminata 1262.
— alata 861.
— arjuna 476, 860, 1262.
— bellerica 723, 860, 920, 1262.
Terminalia Brandisii 1262.
— buceras 860.
— catappa 723, 860, 886, 920, 1262, 1544.
— chebula 308, 723, 829, 860, 920, 1262.
citrina 860, 920, 1262.
coriacea 860.
dictyoneura 1262.
— gangetica 860.
gella 860.
glabrata 476.
hilaria 860.
macroptera 1262.
mauritiana 860.
— myrobalanus 920.
— obovata 1262.
paniculata 476, 1262.
— punctata 723.
— superba 476, (1262), 1543.
— tanibouca 724.
— tomentosa 860, 920, 1262.
— travancorensis 860.
— trejinae 860.
Ternstroemia gedehensis 1823.
— japonica 1256.
— macrocarpa 1256.
— penangiana 1256.
— Wallichiana 1256.
Terpen 98.
Terpentin, amerikan. **1087**.
Terpentine **1087**.
— Zusammensetzung 1095.
Terpentin, französ. 1087.
-gallen 959.
(Löslichkeit) 1098.
-öl 97.
-öl, russisches 99.
österr. 1095.
pistazie 1245.
— Straßburger 1089, 1095.
— venetian. 1089.
Terpinen 74, 85, 89, 99, 103.
Terpinenol 83.
Terpineol 76, 80, 82, 83, 89, 90, 94, 97, 99, 100, 103.
Terpinolen 85.
Terpinylazetat 83.
Terrafirmaholz 289.
Terra japonica 894.
— merita 226.
— orellana 367.
— orleana 367, 379.
Testudinaria elephantipes 1958.
Tesu 226.
Tête négresse 859.
Tetracera assa 473.
— hebecarpa 473.
— scaberrima 473.
Tetraclinis articulata 1454.
Tetragastris balsamifera 1239.
Tetragonia expansa 1820.
Tetrameles nudiflora 1260.
Tetranthera citrata 39, 746.
— glabraria 746.
— laurifolia 746.
— Roxburghii 746.
Tetraoxybenzalacetophenon 303.
— diphenyldimethylolid 308.
— flavon 259, 261, 278.
— flavonol 264.
Tetrapanax papyrifer 476, **673**.
Tetrapleura Thoningii (1230), 1822.
Tetrastylidium Engleri 763, 1221.
Tetrite 2035.
Teucrium 222.
— scordium 168.
Teufelsdreck **1034**.
Tewart 1264.
Texan oak 1215, 1361.
Texas pine 1296.
Textilit 669.
Textilose 669.
Thadsal 1252.
Thainban 1268.
Thakya 1268.
Thalassia Hemprichii 436.
Thalictrum macrocarpum 147.
Thamba 1258.
Thanat 1273.
Thangi 1339.
Thao 1852.
Thapsia garganica 1035, 1095, 1097, 1803.
— -harz **1095**.
— -säure 2018.
— villosa 1096.
Thayet-san 1245.
Thea assamica 1822.
Theaceae (Alkaloide) 46.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1256.
— (Saponine) 1822.
Thea chinensis 46, 858, 1822.
— drupifera 797.
— japonica 797, 1256, 1822.
— (Öle) 796.
— sasangua 797, 1256, 1822.
— sinensis 46, 797, 1809, 1822.
Thebain 39.
Thein 46.
The male rubber tree 1272.
Themeda 662.
— Forskahlii 439.
— gigantea 439.
Theobroma bicolor 46.
— cacao 46, 473, 744.
— diverse 46.
Theobromin 46.
Theodora Fischeri 1232.
— sp. 990.

Theodora speciosa 1232.
Theophyllin 46.
Thermopsis 42.
Thespasiablüten 269.
— lampas 269, 591.
— macrophylla 269, 470, **591**.
— populnea 269, 470, 591, 754, 1253, 1326, 1392, 1540.
Thevetia ahoutai 715.
— nereifolia 715.
Thevetin 715.
Thevetosin 123.
Thimothegras (Vitam.) 2007.
Thingadu 1258.
Thingau 1258.
Thinkadu 1258.
Thinwin 1235.
Thiosinamin 97.
Thitcha 1215.
Thitka 1251, 1499.
Thits-welwe 1271.
Thitya 1258.
Thlaspi arvense 726.
Thoa urens 1818.
Thorny locust 1233.
Thouinia striata 1248.
Threeleaved pine 1206.
Thridax 1074.
Thrinax argentea 442.
— Morrisii 442.
— parviflora 442.
Thrips linaria 527.
Thsitsilack 1061.
Thuja articulata 1082, 1208.
— blanca 787.
— -blätter 268.
gigantea 435, 1208, 1302, 1305.
— japonica 435, 1208, 1305.
- -maser 1208.
- -maserholz 1305.
- occidentalis 268, 724, (1208), 1305, 2017.
- orientalis 1305.
— Standishii 1208, 1305.
Thujetin 268.
— -säure 268.
Thujigenin 268.
Thujin 268.
Thujon 95, 100.
Thujopsis dolobrata 1208, 1304.
Thujylalkohol 100.
Thumbagum 1258.
Thundri 1260.
Thyllen 1138, 1157.
Thymelaeaceae (Bitterst.) 126.
— (Farbst.) 256.
— (Fas.) 474, 671.
— (Gerbst.) 858.
— (Hölzer) 1260.
— (Öle) 797.
Thymelaea tinctoria 474.
Thymen 74.
Thymian 99.
— -öl 99.
Thymol 74, 99.
Thymus algeriensis 99.
— mastichina 99.
— vulgaris 74, 99.
— zygis 99.
Thysanolaena agrostis 440.
— maxima 440.
Thytimalus helioscopia 1822.
Tiamamahagoni 1241, 1495.
Tiama-Tiama-Mahagoni 1486, 1487.
Tibisirifaser 444.
Tibru 1561.
Tideland spruce 1206.
Tiekbaum 1578.
Tien-tjow 1852.
Tientsinjute 469.
Tigerholz **1378**, 1443.
Tigig 1273.
Tiglium officinale 733.
Tiglinsäure 80, 733.
Tihore 629.
Tik 1978.
Tikormehl 1978.
Tikur 1978.
Tilia americana 465, 596, 797, 1252, 1528.
— argentea 1252, 1884.
— -bast 679.
Tiliaceae (Bitterst.) 172.
— (Fas.) 465, 559.
— (Gerbst.) 857.
— (Hölzer) 1251, 1454, 1499, 1593.
— (Kautsch.) 1734.
— (Kork) 1798.
— (Öle) 797.
— (Schleime) 1882.
— (Wachse) 2021.
— (Zucker) 2050.
Tilia cordata 465, 594, 1527, 1882.
Tiliadin 172, 2021.
Tilia europaea 2021.
— grandifolia 172, 465, 594, (1252), 1527, 1798, 1882.
— heterophylla 1252.
— parvifolia 172, 465, 594, (1252), 1527, 1882.
— platyphyllos 172, 465, 594, (1252), 1882.
— tomentosa 1252.
— ulmifolia 172, 797, 1252, 1527, 1882.
Tillandsia-Faser 649.
Tillandsia flavescens 448, 654.
— recurvata 448, 654.
— usneoides 448, 649.
Tilleul argenté 1252.
Tim 1536.
Timba-mundi-Holz **1619**.
Timber sweet wood 1225.
Timbiri 1562.
Timonius Rumphii 480.
Tingaló 1269.
Tinguaciba-Bitterstoff 172.
Tinguacibin 172.
Tinnus 1235.
Tinomiscium javanicum 1716.
— petiolare 1716.
— phytocrenoides 1716.
Tinospora cordifolia 158, 459.
— rispa 39.
— Rumphii 39, 158.
— Teysmanni 39.
Tintenholz 1563.
Tinwin 1237.
Tinya 1258.
Tisu 226.
Titao 1204.
Titi 1246.
Titokibaum 785, 1249.
Tivila 1559.
Tjadana 1383.
Tjen-Tjan 1852.
Tjerogol moujet 1249.
Tlacotalpan-Mahagoni 1479.
Toa-Toa 846, 867.
Tobago yam 1973.
Tochi 1248.
Tockas 445.
Toddalia aculeata 172, 337, 338.
— -Bitterstoff 172.
— lanceolata 1238.
Toddy 2056.
Toga 1207.
Togari wood 238.
Togasawara 1285.
Togo-Mahagoni 1486, 1487.
Tôhi 1206.
Tokayertraube 2067.
Toki 1288.
Tokoroten 1852.
Tola 382.
Tolan 1508.
Tolaschani 382.
Tollkirsche 51, 52.
Tollkirschenöl 794.
Tolubalsam 1804, **1096**.
— (Löslichkeit) 1098.
Toluifera 1080.
Toluresin 1097.
Toluresinotannol 1097.
Tomasole 345.
Tomate 247, 1807, 1809, 2054.
Tomatensamenöl 798.
Tomaten (Vitam.) 2007.
— -wachs 2021.
Tombo palm 1310.
Tonala-Mahagoni 1479.

Toneriko 1270.
Tone teak 1583.
Tongus 478.
Tongusa 1852.
Tongvong 1053.
Tonkabohnen 1806.
Tonkabohnenöl 748.
Ton Khoi 455.
Tonoimo 1971.
Tooart 1264.
Toona australis 1501
— calantas 1240, 1385.
— ciliata 463, 1499.
— -hölzer 1499.
— serrata 370, 1240, 1500.
— sinensis 1240.
— spec. (1470).
Toonbaum 370.
Toontree 1240.
Toothbrush tree 1271.
Tooth leaved beech 1214.
Topfcurare 49.
Topinambur (2055), **2119**.
Toquilla 477.
Torfbeere 2048.
Torffaser **657**.
Torfmoos 659.
Torfpapier 660.
Torfpappe 661.
Torfwatte 660.
Torfwolle 658.
Tori 1270, 1566.
Toriaschi 1852.
Torioroschi 92.
Tormentilla erecta 383.
— officinalis 383.
Tormentillgerbstoff 852.
Tormentillrot 852.
Tormentillwurzel 909.
Toro ratay 1585.
Torreya nucifera 725, 1204.
— taxifolia 1204.
Torreye, eibenblättrige 1204.
Torrey pine 1206.
Tortrix ambiguella 2067.
Torula 1109.
Torulaceae 1108.
Torula pulcherrima 1110.
— spora 1109.
Torulin 2008.
Totarabaum 1280.
Totaraholz **1280**.
Totara-Maser 1281.
Totentrompete 2006.
Totonar 1255.
Totum 1417.
Touchardia latifolia 458.
Toulicia guianensis 1248.
Touloucouna 1241.
Touloucounin 120.
Tourloury 445.
Tournantöl 765.
Tournefortia hirsutissima 479.
Tournesol 291, 345.
— en drapeaux 347.
-lappen 347.
Tovar 1274.
Towai 851.
Toxicodendron capense 139.
— -säure 172.
Toxylon pomiferum 1375.
Tracheen 392, 1134.
Tracheiden 392, 1134.
Trachycarpus excelsus 442, 1210.
— Fortunei 442.
Trachylobium 1065.
— Hornemannianum 1065, 1073.
— -kopale 1065.
— Martianum 1065.
— mossambicense 1065.
— verrucosum 128, 1065.
Trachylolsäure 1067.
Tragant 980, 1871.
— Chemie 1876.
— Handelssorten 1877.
Tragantose 981.
Tragant, Prüfung 1877.
— Struktur 1875.
— Verfälschung 1877.
Tragasol 1867.
Tragia cannabina 464.
involucra 464.
Trakiet 448.
Traminertraube 2067.
Tränenbenzoe 1036.
Tränenkiefer 669, 1205.
Tränenmanna 2063.
Traubeneiche 2046, 1353.
Traubeneichenrinde 868.
Traubenhonig 2069.
Traubenkernöl 798.
Traubenkirschenholz **1409**.
Traubenkirsche, späte 1228, 1409.
Traubenkuchen 2069.
Traubenmade 2067.
Traubensäure 1809.
Traubenulme 1216, **1372**.
Traubenzucker 2033.
Traube (Vitam.) 2007.
Trauerzypresse 1203.
Travankorestärke 1978.
Traveller's tree 452.
Treber 2070.
Tree mallow 469.
— nettle 456.
Trehala 2062.
— -Manna 2039, 2062.
Trehalose 2039.
Trema cannabina 454.
— micrantha 454.
— orientalis 454, 601.
Trema Wightii 454.
Trentanel 248.
Trester 2070.
Trevisia moluccana 476, 674.
— sundaica 476, 674, 1823, 2013.
Trewia nudiflora 464, 669, 1244.
Triacetylmoradin 150.
Triacontan 100.
Triakontan 77.
Trianosperma ficifolia 171.
Trianospermin 171.
Triäthylprotocetrarsäure 124.
Tricala 2062.
Trichilia canjerana 1469.
— catigua 1243.
— emetica 755, 1242, 1485, 1488, 1490.
— -holz **1490**.
— Prieuriana 1242, 1483, 1484, 1485, 1488.
— spec. 1327.
— spondioides 1426.
— subcordata 756.
Trichopterix togoensis 440.
Trichosanthes-Bitterstoff 172.
Trichosanthes palmata 172.
— pubera 172.
Trichosanthin 172.
Trichosanthus 728.
— amara 728.
Trichospermum javanicum 466.
Triclisia Sacleuxii 459.
Tridens 1805.
Triester Holz 1373.
Trifolin 270.
Trifolitin 270.
Trifolium agrarium 775.
— alpinum 196.
— hybridum 775.
— incarnatum 270, 775.
— perenne 775.
— pratense 196, 270, 461, 775.
— repens 196, 270, 775, 1804.
Trigonachras 1824.
Trigonella coerulea 1870.
— corniculata 1870.
— elatior 1870.
— foenum graecum 43, 1868.
Trigonellin 34, 36, 43, 50, 51, 55.
Trihexosan 1951, 1953.
Trillium spec. 1818.
Trillo 914.
— (Gerbstoffgehalt) 819.
Trincomali wood 1251.
Trinidadzeder 1469.
Trioxydiphenyldimethylolid 310.
Trioxyflavon 257, 303.
Trioxyflavonol 262, 264.

Trioxymethylanthracen 242.
Trioxymethylanthrachinon 238, 240.
Trioxymethylanthrachinon-methyläther 246.
Trioxymethylnaphthochinon 230.
Trioxyphenylketokumaran 248.
Trioxyxanthonmethyläther 307.
Trisaccharasen 202.
Trisetum alpestre 2045.
Tristania conferta 1501.
— laurina 1502.
— neriifolia 1264.
— obovata 1264.
Trithinax brasiliensis 442.
Triticin 2045.
Triticonucleinsäure 193.
Triticum dicoccum 1962, (1955).
— durum (1955), 1962.
— monococcum (1955), 1962.
- repens 2045.
- spelta (1955), 1962.
turgidum (1955), 1962.
— vulgare 51, 440, (1955), 1962.
Tritin 195.
Tritoma recurvata 450.
— uvaria 450.
Tritonia aurea 363.
— crocata 363.
Tritopin 39.
Triumfetta abyssinica 460.
— africana 466.
— lappalu 466.
— procumbens 466.
- rhomboidea 466.
— semitriloba 466.
Trixis neriifolia 1062.
Trochodendraceae (Hölzer) 1221, 1390.
— (Kautsch.) 1716.
Trochodendron aralioides 1221, 1861.
Trochon 480.
Trockenhefe 1115.
Trockenstoffe 751.
Trollinger 2067.
Trompetenbaumholz **1584**.
Trompeterblume 364.
Troolie palm 445.
Tropacocain 44.
Tropaeolaceenöle 799.
Tropaeolum majus 216, 799.
Tropfhonig 2058.
Trophis anthropophagorum 1715.
— racemosa 1217.
Tropical almond 1262.
Tropon 195.
Trüffel 197.
Trumpet tree 1219.
Trupillomahagoni 1474.
Truxilline 44.
Trypine 205.
Tryptase 205.
Tryptophan 43, 195.
Tsa 1231.
Tschagorischer Tee 912.
Tschakara 2104.
Tschapéa 1264.
Tschouma 567.
Tschuma 567.
Tsetau-Rosenholz 1540.
Tsetse 1262.
Tsubaki 1256.
— -öl 797.
Tsuga 1207, 1292.
— Brunoniana 1207.
— canadensis 838, 846, 863, 865, 1207.
— diversifolia 1207.
- heterophylla 1207.
— Mertensiana 1207.
— Pattoniana 1207.
— Sieboldii 1207.
Tsujimoto 725.
Tsuta-Urushi-Lack 1061.
Tubain 172.
Tubbulpur hemp 582.
Tuberaceen 1807.
Tubera Jalapae 1827.
— Salep 1896.
Tuber chinae 1819.
— cibarium 197, 1803.
Tuberin 193, 196.
Tubocurare 49.
Tubocurarin 49.
Tubuliflorae (Zucker) 2055, 2119.
Tucang-Calao 1242.
Tuccumfaser 446.
Tuck Tuck 1207.
Tucuma grande 446.
Tucumpalme 446.
Tugli 1229.
Tukaunüsse 773.
Tukudlangit 1266.
Tukumöl 773.
Tula Ixtle 603, **617**.
Tulipier d'Australie 1249.
Tulip tree 1326.
— wood 1219, 1249, 1392, 1535.
Tuloi 1254.
Tulpboom 1219.
Tulpenbaum 146, 464, 669, 850.
— -holz **1391**.
— -holz, echtes 1392.
Tulpenholz 1540.
— englisches 1392.
Tulucunafett 755.
Tulurufett 774.
Tumi 1561.
Tumika 1562.
Tumil 1562.
Tumion californicum 759.
Tumri 1244.
Tun 1499.
Tungöl 741.
Tung-yu-shu 741.
Tunu 1709.
Tuparada 1562.
Tupelo 1266.
— gum 1266.
— -holz **1550**, 1846.
— -stifte 1266, 1551, 1846.
Tüpfel 1135.
Tupicha 470.
Tup Khadia 588.
Tupoz 620.
Turanira 1237.
Turanose 2040, 2041.
Turbuli 236.
Turicin 51.
Turka 477.
Turkey oak 1355.
Türkische Weichsel 1228.
Türkischrot 230.
— falsches 347.
Turlurufett 774.
Turmeric 226.
Turnera aphrodisiaca 172.
— -Bitterstoff 172.
Turneraceae (Bitterst.) 172.
Turnip wood 1242.
Turpentine 1264.
Turpethein 1059.
Turpethin 1059.
Turrai 1220.
Turucassa 1238.
Turu palm 445.
Tuscaroareis 438.
Tusima 1277.
Tussilago-Bitterstoff 172.
Tussilago farfara 172, 1900.
Tussock grass 450.
Tut 1373.
Tutin 128.
Tutulin 195.
Tutupflanze 856.
Tuxis 620.
Tuxpanmahagoni 1478.
Tyenyeolo 1276.
Tyliacora acuminata 1821.
— racemosa 1821.
Tylophora asthmatica 478.
Tylostemon kweo (1225), 1396.
Typha angustifolia 435, 523, 648, 1954.
Typhaceae (Fas.) 435.
— (Stärke) 1954.
Typhafaser **648**.

Typha glauca 648.
— latifolia 435, 523, 648.
Typhonodorum madagascariensis 447.
Tyramin 33.
Tyrosin 1802.
Tyrosinase 206.
Tyrosinoxydase 206.

U

Uapaca Heudelotii 1243.
— Staudtii 1243, 1504.
Überwallungsharz 1093.
Ubgori 1231.
Ubi 1973.
Ubien 1218.
Ubilaholz **1412**.
Ucar 1263.
Ucuhubafett 760.
Udali 597.
Uferweinrebe 2066.
Uganda-Aloë 242.
Ugandaloin 114.
Ughai 1271.
Uhi-Mahagoni 1486, 1487.
Uhogo 1981.
Uin 476.
Uinkoba 1203.
Ujampluncfett 738.
Ukhain 1259.
Ulesi 437.
Ulex europaeus 226.
— europaeus u. a. 42.
Ulexin 42.
Ullagras 439.
— -zellulose 662.
Ulmaceae (Bitterst.) 137.
— (Fas.) 454.
— (Gerbst.) 839, 849.
— (Hölzer) 1216, 1368, 1373, 1508.
— (Schleime) 1858.
Ulmaria palustris 852.
— pentapetala 852.
Ulme 454.
— amerikanische 1216.
— dickblättrige **1372**.
— gemeine **1369**.
Ulmenarten, Unterscheidungsschlüssel 1372.
Ulmenbast 596.
Ulmenholz **1368**.
Ulmenhölzer, amerikanische **1371**.
— europäisch-asiatische 1369.
Ulmenmaserholz, französisches 1369.
Ulmenrinde (Schleime) **1858**.
Ulmenrindengerbstoff 839.
Ulmus alata 1216, 1372.
Ulmus americana 849, 1216, 1371.
— campestris 125, 454, 596, 839, 849, (1216), 1369, 1370, 1850.
— carpinifolia 1369.
— ciliata 1369, 1858.
— corylifolia 1369, 1858.
— crassifolia 1372.
— effusa 849, 596, (1216), 1369, 1370, 1858.
— eu-campestris 1858.
— excelsa 1370.
— fulva 849, 1216, 1371, 1859.
— glabra 1369, 1858.
— Hookeriana 1216.
— integrifolia 598.
— laevis 1369, 1858.
— major 1370, 1858.
— montana 454, (1216), 1370, 1858.
— niger 1370.
— nitens 1369.
— nuda 1858.
— octandra 1369.
— pubescens 1371, 1859.
— pedunculata 1369, 1858.
— pendula 1371.
— racemosa 1216, 1369, 1372, 1858.
— rubra 1371, 1859.
— scabra 1370.
— -schleim, Hydrolyse 1839.
— suberosa 1797.
— suberosa var. laevis 1369.
— tiliaefolia 1369, 1858.
— Wallichii 454.
Ulu 455.
Ulva lactuca 1856, 2008.
— marina 436.
Umbelliferae (Alkal.) 48.
— (äther. Öl) 73, 74, 75, 85.
— (Bitterst.) 118, 125, 139, 144, 153, 154, 155, 156, 159, 173.
— (Enzyme) 205.
— (Farbst.) 257, 383.
— (Harze) 1032, 1034, 1050, 1079, 1095, 1097.
— (Labenzyme) 207.
— (Öle) 799.
— (Saponine) 1823.
— (Wachse) 2021.
— (Zucker) 2052.
Umbelliferonäther 1050.
Umbelliflorae (Farbst.) 247.
Umbellularia californica 1224.
Umbrella thorn 1230.
— tree 1253.
Umbürtel 1226.
Umceya 1203.
Umgwa-sube 1226.
Umiri 1040, 1237.
Umi-sage 463.
Umkaya 1272.
Umsinsi 1594.
Umvanuri 1217.
Uncaria gambir 480, 834, 835, 863, 896.
Uncinula spiralis 2067.
Ungarische Silberlinde 1252.
Ungnadia speciosa 785.
Unguis milvinus 259.
Ungunmekkan 1269.
Uniola racemiflora 440.
Unona pannosa 459.
— Thorelii 1222.
Unoyie 1266.
Unterhefe 1114.
Unterzeug 1114.
Uóhu-Mahagoni 1486, 1487.
Upa 446.
Upavita 482, 487.
Upland hickory 1333.
Uracurana 1244.
Uragoga ipecacuanha 55, 1825.
Urajiro-gashi 1216.
Urandra apicalis 1247.
Urania speciosa 1211.
Uraria lagopodioides 462.
Urceola acuto-acuminata 1758.
— acuto-acuminata var. polyneura 1758.
— brachysepala 1758.
— elastica 1758.
— esculenta 1758.
— javanica 1758.
— lucida 1758.
— Maingayi 1758.
— malaccensis 1758.
— pilosa 1758.
Urease 206.
Urena americana 588.
— Blumei 470.
— -faser 588.
— heterophylla 588.
— lobata 470, **588**.
— sinuata 470, **588**.
Urera alceifolia 458.
— caracasana 458.
— punu 458.
— Sandwicensis 458.
— subpeltata 458.
Urginea maritima 167.
Uriam 1243.
Uricana 1244.
Uri gab 1562.
Urol 1805.
Urosin 1805.
Urostigma benghalense 455.
— biverrucellum 455.
— cestrifolium 455.
— infectoria 455.
— pseudo-tjela 455.

Urostigma religiosum 455.
— retusum 455.
— rubescens 384.
— Schimperi 455.
Urotropin 1805.
Urson 173.
Urtica alienata 456.
— baccifera 456.
— canadensis 456.
— candicans 457.
— cannabina 456.
— caracasana 456.
Urticaceae (Fas.) 456, 566, 574.
— (Gerbst.) 849.
— (Hölzer) 1219.
— (Öle) 740, 799.
— (Wachse) 2021.
Urtica crenulata 456.
— ceylanica 456.
— dioica 456, 574.
— diversifolia 456.
— gigas 456, 457.
— heterophylla 456.
— holosericea 456.
— horrida 456.
— japonica 456.
major 574.
membranacea 456.
— nivea 457.
— postulata 456.
— rubra 456.
— tenacissima 457, 567.
— Thunbergiana 456.
— urens 456.
— virulenta 456.
Urucubafett 760.
Urucuripalme 446.
Uruku 368.
Urundeuva 1246.
Urundey 1246.
Urushi 1060, 1246.
Urushinsäure 1060.
Urushinoki 1060.
Urushiol 1060.
Usambarabuchsholz 1235, 1266, 1507.
Ushi koroshi 1227.
Usnea barbata 342, 1809.
— ceratina 342.
— dasypoga 342.
— longissima 342.
Usninsäure 342.
Utricularia 205.
— vulgaris 317.
Uts 1213.
Utsugi 1226.
Uttariya 561.
Uva 1255.
— de Player 850.
Uvaria Büsgenii (1222), 1392.
— grandiflora 1222.
— litoralis 459.
— purpurea 1222.
Uverillo 1221.
Uvero 1221.

V

Vacapouholz **1447.**
Vaccinium macrocarpum 154.
— myrtillus 253, 733, 861, 1805, 2053.
— oxycoccus 1805.
— vitis idaea 253, 733, 861, 1804, 2016, 2053.
Vacoa 635.
Vacona 635.
Vadencarni 1275.
Vagai 1229.
Vahadenia Laurentii 1752.
Vahimainty 1761.
Vahyvanda 1757.
Valdivialeder 851, 877.
Valdiviarinde 877.
Valdivin 173.
Valenzuelia 1824.
Valeraldehyd 79, 82, 87, 90.
Valeriana officinalis 1803.
Valeriansäure 80, 85, 1803.
— -hydrat 1804.
Vallaris-Bitterstoff 173.
Vallaris pergulana 173.
Vall-del-Öl 800.
Vallea stipularis 1251.
Valley-Mahagoni 1475.
Valonavalonea 916.
Valonavalonen 913.
Valonea 912.
— albanische 916.
— -gerbstoff 831.
— (Gerbstoffgehalt) 819, 831.
— kaukasische 916.
— kleinasiatische 914.
Valonen 308.
— albanische 913.
— griechische 915.
— kleinasiatische 913.
Valonia 912.
Valparaiso oak 1362.
Vammi 1276.
Vanboga 1258.
Van Dyckrot 376.
Vapachiöl 745.
Varec **1901.**
Varech vermifuge 1857.
Variantia 230.
Variolaria amara 158, 173.
— -Bitterstoff 173.
— dealbata 173.
Variolarin 173.
Vasconella hastata 47.
Vasicin 53.
Vassoura 470.
Vateria acuminata 1259.
— indica 728, 1043, 1071, 1259.
— malabarica 728, 1071.
— seychellarum 1259.
Vatica astrotricha 1259.
— faginea 1259.
— laccifera 1043.
— rassak 1043.
— sublacunosa 1043.
Vattata mara 1049.
Veepaöl 756.
Vegaar 1040.
Vegetabilische Seide 518
— (chem. Verhalten) 522.
Vegetable hair 651.
— pear 1961.
Veilchenholz **1413.**
Veilchenwurzel 81.
Veitchs Tanne 1207.
Velandia 912.
Velani 912.
Velenge 1254.
Vellarin 173.
Vellay-thuvarei 1566.
Vellosin 50.
Veltlinertraube 2067.
Vendale 1244.
Venetianer Scharlach 383.
Venezianerlack 378, 381.
Venezuelamahagoni 1474, **1479.**
Ventilagin 246.
Ventilago calyculata 465.
— maderaspatana 246, 465, 2021.
— spec. 857.
— -wurzelrinde 246.
Ventilato 902.
Vera 385.
— amarilla 1452, 1454.
— blanca 1454.
— -holz, echtes **1454.**
Verantin 234.
Veratramarin 173.
Veratridin 35.
Veratrin 35.
— (Nachweis) 30.
Veratrum album 35, 173, 1805.
— lobelianum 35.
— sabadilla 35.
— viride 35.
Verbascose 2041.
Verbascum-Bitterstoff 174.
— phlomoides 1825, 2054.
— sinuatum 1825.
— thapsiforme 1825, 2042, 2054.
— thapsus 174, 1825, 2021.
Verbenaceae (Bitterst.) 121, 257.
— (Fas.) 479.

Verbenaceae (Gerbst.) 862.
— (Hölzer) 1274, 1454, 1578, 1583.
— (Öle) 800.
— (Saponine) 1825.
— (Wachse) 2021.
Verbesina lavenia 319.
Verdickungsring 1127.
Verek 993.
Vergino colombino 1425.
Vergino dimestico 1425.
— salvatico 1425.
Vermeillon americana 256.
Vermillon americanum 255.
— végétal 382.
Vermont poplar 1211.
Vernonia anthelmintica 745.
— grandis 174.
— nigritiana 174.
— senegalensis 1277.
Vernonin 174.
Veronica-Bitterstoff 174.
Vert de chine 371.
Vesi 1420.
Vetiveria odorata 174.
— zizanioides 174, 439.
Vetiverin 174.
Vetiverwurzel 174.
Vettiver 439.
Veypalé 1273.
Viakana 1957.
Viazi 1985.
Viburnin 174.
Viburnum acerifolium 863.
— erubescens 1277.
— lantana (1277).
— opulus 174, 1041, 1277, 1590, 1591, 1803.
— prunifolium 174, 863.
Vicia 1802, 1804.
— angustifolia 2038.
— cracca 2018.
— faba 193, 196, 206, 775, 1805.
Vicianin 1804, 2038.
Vicianose 2038.
Vicia sativa 193, 196, 775, 1805.
— sepium 775.
Vicilin 193, 195.
Victoria hemp 470.
Vidusi 520.
Vigna catjang 775, 1959.
— Dinteri 1959.
— pseudotriloba 1959.
— sinensis 193, 463, 1959.
Vikadoholz **1620**.
Viktoria Myal 1413.
Villebrunia appendiculata 457.
— fructescens 457.
— integrifolia 457.
Vinacito 1224.
Viñatico 1622.
Vinatikoholz **1621**.
Vine maple 1520.
Vinhatico 1228.
— algodas 1228.
Vinoin 1258.
Vino mezcal 2057.
Vinte e quatre horas 1238.
Vinus riparia 2066.
— rupestris 2066.
Violaceae (Hölzer) 1259.
— (Saponine) 1822.
Violaninchlorid 253.
Viola odorata 1822.
— -querzitrin 268.
— tricolor 253, 268.
Viraru 1221.
Virgilia capensis 1235.
Virginische Hopfenbuche 1213.
Virginisches Dattelpflaumenholz 1568.
— Wachholderholz **1307**.
Virginische Zaubernuß 1404.
Virgofasern 487, 663.
Virola bicuhyba 760.
— -fett 760.
— guatemalensis 761.
— Micheli 760, 761.
— sebifera 760.
— venezuelensis 760.
Viscautschin 1862.
Viscin 1862.
— -säure 1862.
Viscum album 36, 1823, 1861, 2047.
— quercinum 1861.
Viscysat 1863.
Visenia corchorifolia 473.
Viset 263.
Vismia cayennensis 1053.
— guayanensis 1053.
— sessiliflora 1053.
Vitaceae 465.
— (Gerbst.) 857, 891.
— (Hölzer) 1250, 1526.
— (Öle) 798.
— (Wachse) 2021.
— (Zucker) 2050, 2064.
Vitamina 2008.
Vitamin A 2000.
— B 2000, 2002.
— B, Gehalt in Futtermitteln 2003.
— C 2000, 2003.
— D 2000.
— E 2000.
— F 2000.
Vitamine **1999**.
Vitamine, Bildung 2004.
— Darstellungsversuche 2003.
— Definition 1999.
— Einteilung 1999.
Vitamine, Wirkung 2003.
Vitamingehalt von Rohstoffen 2005.
Vitex agnus castus 121.
— altissima 1274.
— Cienkowskyi 1274.
— divaricatus 862.
— geniculata 1274.
— lignum vitae 1274, 1454.
— litoralis 257, 1274.
— peduncularis 1274.
— pubescens 1274.
Vitexin 257.
Viticin 121.
Vitin 2021.
Vitis adnata 465.
— aestivalis 2066.
— amurensis 2066.
— coignetiae 465, 2067.
— cordifolia 2066.
— estivalis 798.
— geniculata 465.
— labrusca 798, 2066.
— odoratissima 254.
— papillosa 465.
— riparia 254, 798.
— rotundifolia 798, 2066.
— sessilifolia 1806.
— vinifera 253, 465, 798, 857, (1250), 1526, 1804, 1805, 1809, 2021, (2050), 2065.
— vinifera var. apyrena 2068.
Vitoglykol 2021.
Vitol 2021.
Vlier 1272.
Voandzeia subterranea 775.
Vochysiaceae (Hölzer) 1243.
Vochysia guianensis 1243.
— tetraphylla 1243.
— tomentosa 1243.
Vo-da 859.
Vogelaugenahorn 1248.
Vogelaugenmaser 1520.
Vogelaugenmasern-Ahorn **1523**.
Vogelbeerbaumholz **1407**.
Vogelbeerbaum, zahmer 1247.
Vogelbeere 1803, 2036, 2048.
Vogelbeerenholz 667.
Vogelbeersamenöl 781.
Vogelkirschenholz **1408**.
Vogelleim 1756, 1860.
Vogelleimbaum 1221.
Volemit 2036.
Volemose 2036.
Vonitra crinita 445, 647.
— fibrosa 445, 646.
— -Piassave 646.
— Thouarsiana 446, 647.
Vouacapoua americana 1444.
Vouapa avou 1074.
— bifolia 1074.
— phaselocarpa 1073.

Vouapa simira 224.
Vouède 336.
Vuga 1264.
Vuku 1276.
Vulpinsäure 1806.
Vuzin 54.

W

Wa 1233.
Waagenboom 849, 1219.
Wabenhonig 2058.
Wabo 1210.
Wacapou 1447.
Wacholder 2046.
— -beeren 2046.
— -beeröl 99.
— -harz **1082**.
— -holz, gemeines **1308**.
— -holz, virginisches **1307**.
pflaumenfrüchtiger 1209.
— steinfrüchtiger 1209.
Wachse **2010**.
— Chemie 2013.
— Entstehung 2010.
— Geschichtliches 2013.
— Vorkommen 2010.
Wachsfeigenbaum 2016.
Wachspalme 443, 2019.
— mexikanische 1210.
Wachstumsstoff, fettlöslicher 2000.
— wasserlöslicher 2001.
Wad 455.
Wadgundi 592.
Wahee elm 1372.
Wah-eh-nah-kas 1225.
Wahoo 1216.
Waibaima 1225.
Waid 316, 317, 336.
Waifa 268.
Wainscot oak 1356.
Walddattelpalme (2056), 2103.
Walddistel 1515.
Walderdbeere 2049.
Waldgambir 896.
Waldhaar 441.
Waldhasel 1338.
Waldivin 173.
Waldmahagonibaum 1265, 1549.
Waldmeister 236, 1804, 1806.
Waldrebe 239.
Waldweihrauch 1093.
Waldwolle 435.
Walehe 1396.
Walikukun 1251.
Walking stick ebony 1269, 1560.
— stick wood 1250.
Wallabaholz 1233.
Walley oak 1348.
Wallflower 277.
Wallia cinerea 1329.
Wallonen 912.
Wallosin 1312.
Walnußbaumhölzer **1326**
Walnuß, gemeine 1327.
graue 1212, 1329.
— -hölzer, echte 1327.
— mandschurische 1330.
ostindische 1327.
— -schalen 229.
— (Vitam.) 2007.
Walnut 1327.
— East Indian 1229.
Walsura piscida 1823.
Waltheria americana 472.
Wamar 1318.
Wamma 1209.
Wanga 444.
Wangara 1265.
Wangihi 374.
Wanza 1273.
Wappatoo 1955.
Waragogu 1271.
Warang 599.
Waras 359.
Warburgia ugandensis 1400.
Waroe 467.
Warrataholz **1622**.
Wars 359.
Waru 435.
Warwe 467.
Washiba 1228.
Wassereiche 1352, 1354.
Wasserhickory 1333.
Wasserholder 159.
Wasserliesch 436.
Wassermelone 2054.
Wassermelonenöl 727.
Wasserreis 438.
Wasserschwertel 846.
Wasserschwertlilie 452.
Water beech 1404.
— elm 1216, 1372.
— hickory 1333.
— oak 1215, 1354, 1356, 1357.
— poplar 1324
— rice 438.
Spanish oak 1359.
Wattle 853, 1229, 1230.
— gum 1005.
— -rinden 877.
Wau 259.
Wauextrakt 259.
Wausamenöl 778.
Wawla 598.
— -bast 598.
Webbstanne 1207.
Webera corymbosa 863.
Weeping gum 889.
— spruce 1207.
Wegabaholz 1447.
Wegdorn 275.
Wegerichsamen 1892.
Weggras 383.
Wegtritt 383.
Wegwarte (2055), 2118.
Weiberletternholz 1379.
Weichselrohre 1228.
Weichsel, türkische 1228.
Weide 667.
— indische 669.
— kaspische 1321.
Weidenbast 578.
Weideneiche 1215, 1357.
Weidenfaser 577.
Weidenhölzer **1319**.
Weidenmanna 2061.
Weidenrinden 875.
— -gerbstoff 838.
Weidenröschen 476.
Weiden (Samenwolle) 453
Weigelia florida 56.
Weihekralle 259.
Weihrauch **1097**.
— -holz 1263.
— -kiefer 1205, **1297**.
— von Cayenne 1040.
Wein 2069.
— -essig 2070.
— -hefe 2069.
Weinmannia Balbisiana 851.
— elliptica 851.
— glabra 851, 885.
— hirta 851.
— macrostachys 851.
— ovata 851.
— racemosa 851.
— tinctoria 851.
Weinpalme 774, 2056.
Weinproduktion 2070.
Weinrebe 2065.
Weinrebenholz **1526**.
Weinsäure 1809.
Weinstein 1809, 2070.
Weinstock 465.
— -holz **1526**.
Weintraube 1807, (2050), **2065**.
— (Vitam.) 2007.
Weißbirke 867.
— nordische 1337.
Weißbuche, amerikanische 1213.
Weißbuchenholz **1339**.
Weißdornholz **1407**.
Weißeiche 848, 1214, 1332, 1344, 1346.
— kalifornische 1214.
Weißeichenrinde 869.
Weißer Ahorn 1247.
Gummibaum 1265.
Weißerlenholz **1336**.
Weißerlenrinde 868.
Weißer Sternapfelbaum 1268.
Weißesche 1270, 1571.

Weißes Ebenholz **1566**.
— Eisenholz von Mauritius 1268.
— Mahagoni 1475, **1482**, 1485, 1487, 1488, 1502.
— Sandelholz **1383**.
Weißfichte, nordamerikanische 1206.
Weißföhre 667, 863.
Weißholz 1219.
Weißkiefer 1294.
Weißklee 47.
Weißkohl 2047.
— (Vitam.) 2006.
Weißkraut 2047.
Weißpalme, brasilianische 1316
Weißpappel 1322.
Weißrüster **1369**, 1370.
Weißschliff 668.
Weißsenföl 787.
Weißtanne 79, 1286.
— griechische 1207.
— japanische 1207, 1288.
Weißulme 1216, **1370**.
Weißweide 1321.
Weißwurz 451.
Weißzeder 669.
Weizen 194, 440.
— -albumin 194.
— -mehl 193.
— -öl 738.
— -stärke 1923, (1955), **1962**.
— -stärke, opt. Dreh. 1931.
— -strohfaser 663.
— (Vitam.) 2006.
Welu 1232.
Wendlandia exserta 1275.
— montana 1275.
— Notoniana 1275.
Wenge 1235.
Werkhonig 2058.
Wermut 112.
— -öl 100.
West African Cedar 1241, 1494.
Westafrikanisches Gelbholz **1393**.
— Mahagoni 1486, 1487.
— Rosenholz 1232.
— Zedernholz **1470**.
Westamerikanische Balsamtanne 1207.
— Heyderie 1304.
— Lärche 1204.
Westamerikanischer Erdbeerbaum 1267.
— Hemlock 1207.
Westamerikanische Weymouthskiefer 1205.
Western Australian mahogany 1266.
— dogwood 1267.
— hemlock 1207.
Western larch 1204.
— red cedar 1209.
— shellbark 1334.
— spruce 1206.
— white fir 1207.
— white oak 1214, 1348.
— white pine 1293.
— yellow pine 1293.
— yew 1204.
West Indian boxwood 1275.
— Indian greenheart 1250, 1400.
— Indian iron wood 1454.
— Indian walnut 1327.
Westindienmahagoni 1474.
Westindisches Arrowroot (1958), **1976**.
— Buchsbaumholz **1508**.
— Buchsholz 1275.
— Eisenholz 1250.
— Korkholz 1529.
— Nußholz 1412.
— Sandelholz 1386.
— Seidenholz **1457**.
— Zedernholz **1467**.
Westliche Gelbkiefer 1205.
Weti 1248.
Weymouthskiefer **1298**.
— westamerikanische 1205.
Whisky cherry 1409.
Whistaria chinensis 461.
White ash 1270.
— barked mahogany 1486, 1487, 1492.
— basswood 1252.
— beech 1214, 1343.
— -beechholz, Australisches 1274.
— bottle brush 1266.
— box 1509, 1511.
boxwood 1548.
— bull tree 1268.
— cedar 1208, 1241, 1242, 1275, 1304, 1305, 1396.
— chestnut oak 848, 875.
— cirouaballi 1399.
— cypress 1300.
— deal 1288.
— ebony 1270, 1565.
— elm 1216, 1371.
— fir 1207.
— gum 860.
— -gum-Rinde 883.
— iron bark tree 1265.
— iron wood 1238.
— iauan 1385.
— mahogany 1264, 1486, 1492, 1502.
— maire 1271.
— mangrove 1263, 1274.
— maple 1247, 1520, 1522.
White oak 848, 1214, 1249, 1332, 1346, 1348, 1350.
— padauk 1435.
— pear 1247.
— pine 1087, 1205, 1293, 1298.
— pine oil 99.
— poplar 1322, 1324, 1325.
— popple 1324.
— quebracho 49, 862.
— rope 619.
— rot 1308.
— spruce 866, 1206.
— stinkwood 1224.
— stringybark 1265.
— teak 1583.
— top 78.
— Transparent 2095.
— wood 1275, 1326, 1391, 1516, 1577.
Whongshi 374.
Wicke 2038.
Wickenöle 775.
Widoerikapok 520.
Wielde Limoenhout 1234.
Wienerlack 378, 381.
Wienerleim 195.
Wier 436.
Wiesenklee (Farbst.) 270.
Wiesennarcisse 35.
Wiggeria sepium 775.
Wightia gigantea 1274.
Wikstroemia balansae 475.
— canescens 474, 663.
— indica 474.
— Sikokiana 474, 671.
— tenuiramis 474, 1260.
— viridiflora 474.
Wild almond 1219.
Wildapfel 1406.
Wild black cherry 1228, 1409.
Wilde Keureboom 1235.
— preume 1249.
Wildhanf 476.
Wild hemp 457.
Wildkirschenholz 1408.
Wild lime 1375, 1460.
— mangosten 1242.
— nutmeg 1223.
— okra 470.
— orange tree 338.
— pear 1227.
— tamarind 1229.
Wilia 599.
Willardia mexicana 1235.
Willia 1109, 1111.
Williams arrowroot 1972.
Willow herb 476.
— oak 1215, 1356, 1357.
Willughbeya apiculata 1758.
— coriacea 1759.
— dulcis 1759.
— edulis 1759.

Willughbeya firma 1759.
— flavescens 1759.
— martabanica 1759.
— scandens 1759.
— tenuiflora 1759.
— zeylanica 1759.
Wimmeria cyclocarpa 1733.
Wine palm of Para 444.
Winged elm 1372.
Wing elm 1216, 1372.
Winniops njare 786.
Winteranaceae (Bitterst.) 120.
Wintereiche 1353.
Wintereichenrinde 868.
Wintergrünöl 100.
Winterkohl 2047.
Winterkressesamenöl 726.
Winterlinde 1527.
Winterweinrebe 2066.
Wire grass 437.
Wirsing 2047.
Wislicenuseiche 1364.
Wissadula periplocifolia 469.
— rostrata 469.
Witch hazel 1404.
Witchroot 439.
Withania coagulans 208.
— flexuosa 208.
— somnifera 208.
Witteboom 1219.
Woad 336.
Wodier 1245.
Woetiwear 439.
Wogera 1271.
Wolfsbeere 308.
Wollbaum 512, 669.
Wollblume 2054.
Wolleichenrinde 868.
Wolle (= Rinde) 878.
Wollgras 442, 658.
Wollkraut 2041.
Wollmispel 1227.
— japanische 2048.
Wollpappel 1211.
Womjui 1229.
Wongkoudou 239.
Wongschy 374.
Wongsky 374.
Wood apple 1239.
— of St. Martha 1425.
— oil 1057.
Woodöl 741.
Wood pine 1205.
— spirits 99.
— unpar 337.
Woolet comul 473.
Wordi 998.
Wormia triquetra 1255.
Woú-Mahagoni 1486, 1487.
Woyoyo 1393.
Wrightia africana 50.
Wrightia antidysenterica 50, 316, 319, 715.
— lanti 1273.
— tinctoria 316, 319, 477, 1273, 1760.
— tomentosa 1273.
— zeylanica 50, 319, 715, 862.
Wrightiin 50.
Wuckoo-nor 582.
Wueti 1269.
Wuláholz **1388**, 1555.
Wunderbaum 464.
Wunderhefe 1119.
Wundparenchym 1156.
Würfelgambir 897.
Wurmmoos 1857.
Wurmsamen 117, 165.
Wurmsamenöl 100.
Wurmtang 1857.
Wurstkautschuk, weißer 1732.
Wurus 394.
Wurzelcochenille 383.
Wurzelkautschuk 1743, 1754.
Wurzelkermes 383.
Wurzelpech 1093.
Wurzelrinde 874.
Wüstenbrot 2075.
Wutungholz 1274.
Wu tzu 241.

X

Xanthalin 39.
Xanthin 46.
— (Alkaloide) 32.
Xanthium strumarium 1891.
Xanthokarthaminsäure 358.
Xanthonia parietina 341.
Xanthophyll 219, 247, 311.
Xanthophyllum brachyacanthum 38.
— lanceatum 776.
— piperitum 1823.
— vitellinum 1243.
Xanthopikrin 337.
Xanthopikrit 37, 44.
Xanthorhamnin 274, 275, 2041.
Xanthoria 1807.
Xanthoroccellin 158.
Xanthorrhiza apiifolia 36, 337.
Xanthorrhoea arborea 1029, 1030.
— australis 1029, 1030.
— bracteata 1029.
— gracilis 1029.
— -harze **1029**.
— hastilis 1029, 1030.
— macronema 1029.
— minor 1029.
— Preissii 1029, 1031.
— pumilio 1029.
— quadrangulata 1029.
— semiplana 1029.
Xanthorrhoea Tateana 1029, 1030.
Xanthosoma sagittifolium 1957.
— violaceum 1957.
Xanthostemon verdugonianus 1264, 1453.
Xanthotannsäure 839.
Xanthotoxin 174.
Xanthoxylin 174.
Xanthoxylum acuminatum 1375, 1460.
— americanum 1460.
— brachyacanthum 36.
— capense 1238.
— caribaeum 44, 1238.
— carolinianum 175.
— ceco 888.
— clava Herculis 37, 44, 1375, 1460.
— cribrosum 1375, 1460.
— fagara 1375, 1460.
— fraxineum 175, 1460.
— mite 1460.
— ochroxylum 1375, 1460.
— piperitum 175.
— ramiflorum 1460.
— rubescens 1238.
— senegalense 175.
— tingoassuiba 172.
Xerase 1117.
Xerophyllum tenax 449.
Xerosperum Norhonianum 1249.
Xerotes longifolia 450.
— multifera 450.
Ximenia americana 763, 1221, 1386.
— gabonensis 763.
Xylan 1175, 2033.
Xylanbassorinsäure 981.
Xylem 392.
Xylia dolabriformis 1231, 1822.
— xylocarpa 1231.
Xylinabaria Reynaudi 1760.
Xylindein 376.
Xylocarpus (Gerbst.) 840.
— granatum 755, 855, 886, 1241.
— obovatus 855, 1241.
Xylochartion 679.
Xylochloerinsäure 376.
Xylolin 669.
Xylomelum occidentale 1220.
Xylonit 107.
Xylopia aethiopica 1223, 1595.
— frutescens 459, 1223.
— grandiflora 459.
— parvifolia 1223.
— polycarpa 337.
— sericea 459.
— striata 1395.

Xylose 980, 2033.
Xylostein 175.
Xyridaceae (Fas.) 447.
Xyris melanocephala 447.

Y

Yacal 1258.
— dilao 1232.
Yagrume macho 1266.
Yam 1973.
Yamaguruma 1221.
Yamanavashi 1211.
Yamazakura 1227.
Yamsbohne 2049.
Yang-tsai 1852.
Yaquilla 458.
Yariyari 1222.
Yaru 1393.
Yaryar 1276.
Yasi Fiji sandalwood 1385.
Yatay-Pony 446.
Yaterinde 860.
Yate tree 1265.
Yaxci 607.
Yaya 1222.
Yayamaden 855.
Ybirá-itá-moroti 1237.
Yeet-yen-nee 733.
Yego 1270.
Yegonori 1852.
Yegosaponin 1824.
Yellow bark 1361.
— barked oak 1361.
— berries 271.
— birch 1212.
— box 1265, 1509.
— Caledonia 2095.
— cedar 264, 1208, 1209.
— cirouaballi 1225, 1399, 1400.
— cypress 1300.
— fir 1284.
— Guayacan 1454.
— Hercules club 1375, 1460.
— Ladies' bedstraw 236.
— locust 1447.
— oak 1214, 1215, 1350, 1359, 1361.
— padauk 1435.
— pine 98, 1087, 1205, 1293, 1298.
— pine oil 99.
— poplar 1326, 1391.
— popple 1324.
— poppy 40.
— root 36.
— sanders 1386, 1457.
— silverballibark 851.
— spruce 1206.
— sweet wood 1225.
— thorn 1375.
— wood 278, 845, 1203, 1270, 1374 1375, 1457, 1460, 1530.
Yemyot 1244.
Yenyu 1235.
Yerba pastel 336.
Yercum fibre 585.
Yerkum 478.
Yetti 1272.
Yevo-Gboma 1249.
Yiel-yiel 1220.
Yindaik 1236.
Ylang-Ylangbaum 101.
Ylang-Ylangöl 101.
Yllinda 1566.
Ymirá-itá 1234.
Ymira piranga 1422.
Yohimbenin 55.
Yohimbin 50, 55.
York gum 889.
York-Gum-Rinde 860.
York gum tree 1265.
Yoruba 1244.
— ebony 1560.
— -indigo 318.
Yuca 1981.
— de Monte 1960.
Yucatanmahagoni 1474.
Yucca aloefolia 449.
— angustifolia 449, 1819.
— australis 449.
— baccata 449, 1819.
— brevifolia 662.
— elephantipes 449.
— filamentosa 449, 1819.
— flaccida 1819.
— funifera 450.
— glauca 449.
— gloriosa 449, 1957.
— radiosa 1819.
— rostrata 449.
— Schottii Jaliscensis 449.
— Treculeana 449, 1310.
— valida 449.
Yuchán 1253.
Yukkafasern 449.
Yuquilla 1960.

Z

Zacatillcochenille 380.
Zachunöl 800.
Zafaran 353, 360.
Zafferano 360.
Zahnbürstenbaum 1271.
Zahnwehbaum 1460.
Zakaton 439.
Zalacca conferta 444.
— edulis 444, 2056.
— macrostachya 444.
Zamandoque 449, 450.
Zambara 603.
Zambesibuaze 464.
Zamia angustifolia 1954.
— chiqua 1954.
— floridana 1954.
Zamia integrifolia 1954.
— pumilia 1954.
— spiralis 1954, 1979.
— -stärke 1954.
— tenuis 1954.
Zanaloin 242.
Zanthoxylum flavum 1457.
— scribosum 1457.
Zapatera 1508.
Zapatero 1275.
Zapote negro 1562.
— prieto 1562.
Zapupe 603, **617**.
Zargenholz 1289.
Zaubernuß, virginische 1404.
Zaunrübensamenöl 728.
Zaunrübenwachs 2018.
Zaunwickenöl 775.
Zea mays 441, 753, (1955), 2056.
Zeavalonen 913.
Zebraholz 1236, **1442**, (1443).
Zebra wood 1238, 1270, 1568.
Zeder, afrikanische 1209.
— des Schumewaldes 1209, 1308.
— gelbe 264.
— japanische 1302.
Zedernersatzhölzer 1470.
Zedernholz (1470).
— kanadisches 1305.
— schwarzes 1470.
— spanisches **1467**.
— weißes 1305.
— westafrikanisches **1470**.
— westindisches **1467**.
Zedernkernholz 1308.
Zedernußöl 724.
Zeder, rote 1307.
— sibirische 1205, 1297.
— virginische 1307.
— von Guayana 1239.
— weiße 268, 1470.
Zedrachöl 756.
Zein 193, 195.
Zelkova acuminata 1216.
— crenata 1216.
— formosana 1216.
— kaukasische 1216.
— keaki 1216.
Zellgänge (Holz) 1155.
Zellstoff 1160.
Zellstoffgarne 669.
Zelluloid 107.
Zellulon 669
Zellulose 1160.
— Bestimmung der 1171.
— Farbreaktionen 1168.
Zelluloseschleime 1832.
Zellulose, trockene Destillation der 1167.
Zentralamerikamahagoni 1474.

Zerasin 980.
Zerasinose 980.
Zerreiche 1215, 1356.
Zerreichenrinde 869.
Zeyhera tuberculosa 717.
Zibeben 2068.
Zibetbaum 2050.
Zichorie (2055).
Zichorienwurzel **2117**.
Ziegenhainer 1551.
Zigeunerholz 1347.
Zika 255.
Zimtaldehyd 84, 91, 102.
Zimtbaum 101.
Zimtblätteröl 192.
Zimtblütenöl 84.
Zimtöl 84, 101.
Zimtrinde 1808.
Zimtsäure 84, 1809.
Zimtsäurebenzylester 1081.
Zimtsäurezimtester 1085.
Zimt, weißer 2051.
Zingiberaceae (äther. Öle) 73, 83.
— (Bitterst.) 136.
— (Farbst.) 226, 262.
— (Fas.) 452.
— (Gerbst.) 846.
— (Stärke) 1958.
Zingiber officinale 136.
Zinnia-Bitterstoff 175.
— linearis 175, 1827.
Zipilote colorado 1474.
— negro 1474.
Zirbe 1297.
Zirbel s. Zürbel.
Zirbelkiefer **1297**.
Zirbelnußöl 724.
Ziricotaholz **1622**.
Zitronat 2082.
Zitronatzitrone 2082.
Zitrone 1805.
— echte 2082.
Zitronellöl 102.
Zitronen 102.
Zitronenagrume 2082.
Zitronenbaum 1461.
Zitronenholz 1277, **1457**, **1458**.
Zitronenkampfer 103.
Zitronenkerne (Bitterst.) 146.
Zitronenöl 103.
Zitronensamenöl 716.
Zitronensäure 1805.
Zitrone, süße 2083.
Zitterpappel 453, 1325.
— amerikanische 1211, 1325.
Zittwersamen 1804.
Zitzen-Rottang 1846.
Zizania aquatica 438, 662.
Zizyphus chloroxylon 1399.
— jujuba 384, 1055, 1250.
— lotus 2050.
Zizyphus mucronata 1250.
— rugosa 857.
— spina Christi 1250.
— vulgaris 1250.
— xylopyrus 1055, 1250.
Zollernia paraensis 1454.
Zostera marina 436, 1857.
Zouli rouge 456.
Zschokkea Foxii 1760.
Zucker **2024**.
Zuckerahorn 1248, **1523**, (2050), 2101.
Zuckerahornsaft 1803.
Zuckeralkohole 2035.
Zucker, allgemeine Eigenschaften 2027.
Zuckerapfel 1223, 2047.
Zucker, besonderer Teil 2057.
Zuckerbirke 1212.
Zucker, Charakteristik 2024.
— chemischer Überblick 2032.
— Entstehung 2025.
Zuckerföhre 1298.
Zucker, Funktion im Pflanzenkörper 2026.
Zuckerfütterungshonig 2059.
Zucker, Geschichte 2024.
Zuckerhaltige Ausschwitzungen 2057.
— Früchte 2065.
— Gräser 2085.
— Stämme 2101.
— Sprosse 2084.
— Wurzeln 2105.
Zuckerhirse 2056, 2085.
Zuckeriger Fieberheilbaum 1264.
Zucker, Inhaltsübersicht **2024**.
Zuckerkiefer 1205, **1298**, 2037, 2061.
Zuckerkistenholz **1467**.
Zucker, Nachweis 2031.
Zuckerpalme 2102, (2056).
— molukkische 1210, 1311.
Zuckerpalmenholz **1311**.
Zuckerrohr 353, 662, (2056), **2086**.
— Anbau 2096.
— Anbau und Nutzung 2088.
Zuckerrohre 1312.
Zuckerrohrernte 2098.
Zuckerrohr, Gestalt und Bau 2088.
— Pflege der Pflanzungen 2098.
Zuckerrohrsaft 1807.
Zuckerrohrsorten 2095.
Zuckerrohr, stoffliche Zusammensetzung 2092.
— Verarbeitung 2099.
Zuckerrohrwolle 437.
Zuckerrohr, Züchtung 2096.
Zuckerrübe 1803, 1820, (2047), **2105**.
— Abfallprodukte 2117.
— chemische Zusammensetzung 2115.
— Dickenwachstum 2112.
— Formen 2107.
— Krankheiten 2115.
— Kultur 2114.
— Morphologie 2108.
Zuckerrübenfarbstoff 2115.
Zuckerrübensamenöl 722.
Zuckerrübe, Schädlinge 2115.
— Veredlung 2114.
Zuckersäure 1808, 1840, 2033.
Zuckerstrobe 1298.
Zucker, Verhalten 2028.
— Verwendung 2032.
— Vorkommen 2026.
— Welterzeugung 2100.
Zuckerwurzel 2052.
Zuinan 1594.
Zulkowskystärke 1943.
Zürbe 1297.
Zürbel, europäische 1205, 1297.
Zürgelbaum 454.
Zürgelbaumholz 1373.
Zwalpen 1579.
Zwartbast 1269.
Zwartebenhout 1269, 1568.
Zwergeichenrinde 873.
Zwergkiefernsamenöl 724.
Zwergmispel 2062.
Zwergpalme 442, 2036.
Zwetschge 1803.
Zwetschgenbaumholz **1407**.
Zwetschge (Vitam.) 2007.
Zwiebelschalenfarbstoff 269.
Zwiebel (Vitam.) 2007.
Zwieselstücke der Esche 1571.
Zwillingsfichte 1290.
Zyanallyl 96.
Zyanidin 251.
Zyanwasserstoff 1804.
Zybast 1247.
Zygogynum Vieillardii 1222.
Zygophyllaceae (Alkal.) 44.
— (Harze) 1051.
— (Hölzer) 1238.
— (Öle) 800.
— (Saponine) 1823.
Zygophyllum arboreum 1454.
Zygosaccharomyces 1109.
Zyma 1118.
Zymaextrakt 2008.
Zymasen 203, 1115.
Zymin 1117.
Zymocasein 193, 197.
Zypresse, gemeine 1306.
Zypressenholz, echtes **1306**.
Zyprische Gallen 951.